ООО «Астроинженерные технологии»
ЗАО «Струнные технологии»

БЕЗРАКЕТНАЯ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ БЛИЖНЕГО КОСМОСА: ПРОБЛЕМЫ, ИДЕИ, ПРОЕКТЫ

Сборник материалов
VI международной научно-технической конференции
(7–8 октября 2023 г., г. Марьина Горка)

Минск
«СтройМедиаПроект»
2024

Содержание

Приветственное слово Анатолия Юницкого,
главного инвестора, председателя оргкомитета
VI международной научно-технической конференции
«Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты» 8

Приветственное слово Хуссейна Аль Махмуди,
генерального директора
Научно-исследовательского технологического и инновационного парка Шарджи
и Американского университета Шарджи, президента филиала
Международной ассоциации территорий инноваций и научных парков
в Западной Азии и Северной Африке 12

Приветственное слово Игоря Кожина,
главы Центра международного промышленного сотрудничества ЮНИДО
в Российской Федерации 13

Приветственное слово Петра Витязя,
академика, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки
Республики Беларусь, начальника управления аэрокосмической деятельности,
заместителя руководителя Агентства по космическим исследованиям НАН Беларуси 15

Приветственное слово Михаила Орлова,
доктора технических наук, профессора, основателя, генерального директора
и научного руководителя Академии Модерн ТРИЗ (г. Берлин, Германия) 18

Приветственное слово Арсения Митько,
члена-корреспондента Российской академии естественных наук,
кандидата технических наук, доцента,
президента Арктической общественной академии наук 19

Приветственное слово Марины Мининой,
кандидата технических наук, доцента Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте Российской Федерации,
председателя Арктического совета Ассамблеи народов Евразии,
исполнительного директора саммита «Арктика-2024» 20

Приветственное слово Андрея Фефелова,
журналиста, публициста, главного редактора телеканала «День-ТВ»,
заместителя главного редактора газеты «Завтра» 21

ИНЖЕНЕРиЯ. Мир как инженерный проект — Юницкий А.Э. — 22

Глобальное ритуальное жертвоприношение и становление инженерной цивилизации как альтернативные сценарии будущего — Юницкий А.Э., Петров Е.О. — 136

Создание математической модели общепланетарного транспортного средства на основе метода конечных элементов — Юницкий А.Э., Покульницкий А.Р. — 162

Моделирование динамики магнитной системы силового стабилизирующего узла общепланетарного транспортного средства — Юницкий А.Э., Хлебус А.С. — 174

Обеспечение левитации ротора общепланетарного транспортного средства при помощи постоянных магнитов — Юницкий А.Э., Артюшевский С.В., Лукша В.Л. — 188

Алгоритмы управления и проведение испытаний прототипа линейного электродвигателя общепланетарного транспортного средства — Абакумов А.А., Зименков М.А. — 202

Взлётно-посадочный комплекс общепланетарного транспортного средства на океанических участках — Юницкий А.Э. — 214

Технология и механизация строительства наземных участков экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства — Юницкий А.Э., Бочкарёв Д.И. — 226

Применение классического машинного обучения и обучения нейронных сетей при диагностике и эксплуатации экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства — Гусев М.Н. — 236

Высотные обитаемые опоры взлётно-посадочного комплекса общепланетарного транспортного средства — Юницкий А.Э., Кубышкин М.В., Кошелев А.Г., Малахов Р.А. — 246

Гиперскоростной тоннель экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства — Юницкий А.Э., Щербич А.А., Дьяков И.И. — 262

Противометеороидная защита корпуса общепланетарного транспортного средства, выполненная на основе пенометаллов	Юницкий А.Э. Овсянко В.А.	278
Использование водородосодержащих веществ для доставки строительных материалов на околоземную орбиту	Боровик А.А. Гаранин В.Н.	288
Возможность использования жидкого водорода одновременно в качестве хладагента и источника энергии для космических транспортных средств	Юницкий А.Э. Гаранин В.Н. Янчук В.В.	298
Технология производства строительных материалов с использованием отходов бытовой техники	Зимина Е.Л. Ульянова Н.В.	310
Варианты применения электрогидроударной установки в условиях проживания людей в космосе	Юницкий А.Э. Першай Н.С. Арнаут С.А.	322
Технологические системы для культивирования растений в ЭкоКосмоДоме	Юницкий А.Э. Зыль Н.С. Конёк Д.А. Парфенчик М.М.	336
Гумусопоника как метод выращивания сельскохозяйственной продукции в условиях ЭкоКосмоДома	Юницкий А.Э. Шерешовец Е.В. Корней В.В.	348
Сравнительная характеристика современных технологий культивирования растений в условиях ближнего космоса	Юницкий А.Э. Деменская И.А. Кушниренко А.В.	358
Проект создания замкнутой экосистемы uBioSystem для бесконечно длительного автономного существования живых организмов	Юницкий А.Э. Павлюченко А.М. Буглак П.А. Налетов И.В. Зыль Н.С. Наумчик П.В.	370
Применение элиситоров для улучшения адаптивности растений в условиях ЭкоКосмоДома	Крюков Е.А. Заяц В.С. Налетов И.В.	382
Биоутилизация органических остатков при помощи микроорганизмов	Юницкий А.Э. Пятакова Т.И. Бойко К.А. Налетов И.В.	390
Разработка рецептур косметических средств, содержащих витамин D, для использования в ЭкоКосмоДоме	Веремко Е.В. Коледа А.В.	400
Получение натуральных моющих средств из солодки голой с пребиотиками в условиях ЭкоКосмоДома	Третьякова Т.Г. Буглак П.А. Зыль Н.С.	410
Психическая адаптация человека в условиях замкнутой экосистемы: динамика и стадии	Будрина И.Т.	418
Структура социального пространства жилой среды нового типа: предпосылки, развитие, стратификация	Юницкий А.Э. Давыдик М.М.	428
Действие правовых норм при строительстве и эксплуатации общепланетарного транспортного средства и его инфраструктуры	Казакевич А.П.	438
Политико-правовое обоснование реализации геокосмической программы uSpace в рамках международного объединения БРИКС	Бахаев А.А.	446
Киберплан как инструмент перезагрузки экономики Союзного государства России и Беларуси	Потеряйко А.Ю.	454
Межкультурные коммуникации в рамках программы «ЭкоМир» и её космического вектора – программы uSpace	Волынец Д.А.	462
Решение VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»		470
Глоссарий: термины и определения		476
Рецензии на сборник материалов VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»		482

Анатолий Юницкий

Автор фундаментальной программы «ЭкоМир», главный инвестор и председатель оргкомитета международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»

Учёный, инженер, визионер, более 50 лет занимающийся предотвращением глобальной экологической катастрофы и сохранением окружающей среды для будущих поколений; разработал уникальный транспорт – наземный (Струнный транспорт Юницкого – ЮСТ) и геокосмический (общепланетарное транспортное средство – ОТС), а также экологически чистые технологии и биотехнологии.

Предприниматель, создавший мощную инженерную корпорацию с офисами в Республике Беларусь, Российской Федерации и Объединённых Арабских Эмиратах. Команда Анатолия Юницкого состоит из высококвалифицированных конструкторов, инженеров, учёных и исследователей – более 1000 специалистов, которые достигли существенных результатов и преуспели в строительстве, сертификации и эксплуатации инновационных транспортно-инфраструктурных комплексов.

Автор более 300 научных работ, 20 монографий, владелец более 200 патентов и свидетельств на изобретения и промышленные образцы в сферах строительства, транспорта, машиностроения, электронной и химической промышленности. Свыше 50 изобретений Анатолия Юницкого внедрены в производство во многих странах.

Антропогенное угнетение биосферы и истощение природных ресурсов достигают такого уровня, что при сохранении текущих темпов роста и развития техносферы мы рискуем передать в наследство нашим внукам безжизненную пустыню, непригодную для существования. Моя программа «ЭкоМир» обоснована и концептуально реализована в исследовательских центрах Беларуси и ОАЭ. Объединив усилия, мы способны переориентировать техносферу Земли на космический вектор развития, устранив таким образом антропогенный фактор угнетения биосферы.

anatoli-unitsky unitsky.engineer ust.inc aet.space

Приветственное слово Анатолия Юницкого,

главного инвестора, председателя оргкомитета VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»

Дорогие друзья, коллеги, партнёры, гости и участники VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»!

В этом году наша конференция проходит в рамках провозглашённой ООН Всемирной недели космоса. Во всём мире проводятся мероприятия, подчёркивающие вклад космической науки и техники в развитие современного общества, улучшение жизни каждого человека и человечества в целом. Сегодня к праздничным событиям присоединяемся и мы.

По уже сложившейся традиции научный форум организован на территории гостеприимного экопарка «Акварель». Место встречи не случайно. Своими глазами каждый сможет увидеть, как работают наши технологии, причём не на бумаге, а на деле. Благодаря им всего за несколько лет мёртвая, убитая земля бывшего танкового полигона возродилась и вновь стала плодородной. Сейчас здесь собирают урожаи, которым завидуют окрестные сельхозпредприятия. Тем самым мы на практике доказываем эффективность наших биосферных решений, которые предлагаем к применению, в том числе в ближнем космосе с помощью общепланетарного транспортного средства (ОТС).

Рядом, в ЭкоТехноПарке, уже построены пять типов действующих транспортно-инфраструктурных комплексов Струнного транспорта Юницкого (ЮСТ), где мы отрабатываем струнные технологии, одной из разновидностей которых и является ОТС. Из этого следует, что каждый наш проект научно обоснован и концептуально реализован международной группой компаний Юницкого, в первую очередь – головной инжиниринговой компанией ЗАО «Струнные технологии».

Тема нашей конференции для меня очень символична. Ещё школьником, в 60-е годы прошлого века, проживая в Казахстане рядом с легендарным советским космодромом Байконур, я увлёкся ракетным моделированием. Вскоре, проведя нехитрые исследования, понял принципиально неустранимые недостатки ракеты-носителя. Именно те первые опыты и легли в основу научных разработок моей геокосмической программы uSpace и, в частности, ОТС, о которых мы будем говорить в рамках VI международной конференции.

Мы – путешественники в мире науки и технологий, и только наша решимость способна открыть перед человечеством двери к потрясающим перспективам, которые ещё вчера не представлялись возможными. Благодаря смелым экспериментам и неуклонному стремлению вперёд мы сможем преодолеть границы известного и достичь величайшего прогресса. Наш мир уже вступает в новую фазу цивилизационного развития, где акцент делается на поиске путей конструктивного сотрудничества между странами и народами, а также на использовании самых передовых инженерных достижений на благо всей земной цивилизации.

Ключевая роль здесь принадлежит инженерам. Это они создают инновации и находят решения, которые шаг за шагом продвигают нашу технологическую цивилизацию вперёд. Именно из инженерного чертежа произрастают новые технологии, машины, оборудование и самые разнообразные продукты, которые повышают уровень жизни людей, оптимизируют производственные процессы и решают самые сложные глобальные проблемы современности.

Именно инженеры стояли у истоков науки и искусства, транспорта и энергетики, сельского хозяйства и медицины и абсолютно всех других цивилизационных достижений. В течение тысячелетий, начиная от каменных орудий труда и первого рукотворного костра, инженерные достижения сформировали наш общепланетарный социум – человеческую цивилизацию, которую по происхождению следует называть инженерной, а не технологической, технократической, техногенной или индустриальной, как это общепринято.

Данная тема глубоко заинтересовала меня и стала предметом моих исследований – с их результатами и выводами я познакомлю вас в своём пленарном докладе. Сегодня крайне важно осознать, что именно в инженерии сконцентрирован тот сбалансированный подход, который может дать единственно правильное созидательное направление дальнейшему развитию нашей цивилизации. Потому, что цивилизационный мир создали именно инженеры.

Принципиально решающим шагом в развитии человеческой цивилизации станет вынесение земной промышленности в космос с его необъятными ресурсами: пространственными, энергетическими, сырьевыми и технологическими, среди которых глубокий вакуум и невесомость, отсутствующие на нашей планете.

Комплексный анализ, проведённый мною ещё 50 лет назад, показал, что с данной задачей справится только ОТС, поскольку ракетный путь индустриализации околоземного космического пространства, о чём так мечтают фантасты и футурологи, является утопией.

В 1977 г., 47 лет назад, я подал первую заявку на изобретение ОТС. Переписка с Госкомизобретений СССР заняла пять лет и составила несколько томов всесторонних технико-экономических анализов и инженерных расчётов, которые мне пришлось выполнить. Против ОТС

было выдвинуто около 500 аргументов, среди которых, например, «не учтено влияние Луны и солнечного ветра» и «для строительства на планете не хватит металла». Хотя я сделал расчёты и показал, что Луна и Солнце не препятствуют функционированию ОТС, а требуемое для его строительства количество стали земная промышленность производит всего за две недели, в выдаче патента мне отказали.

Не удалось добиться признания моего изобретения в России и Беларуси уже в новейшей истории. Вот почему несколько лет назад я подал заявки на зарубежное патентование. Хочу сообщить: буквально на днях получены патенты, действительные в 38 европейских странах. В ближайшее время будут выданы патенты на ОТС в Китае и четыре патента в США.

ОТС – это уникальное изобретение, потому что планета рассматривается всего лишь как конструктивный элемент гигантского по размерам и непревзойдённого по функционалу геокосмического самонесущего летательного аппарата. При этом ОТС сможет работать на трёх типах планет:

- имеющих, как и Земля, сушу;
- имеющих, как и в «Солярисе» Станислава Лема, только океан;
- газовых гигантах, таких как Сатурн, не имеющих ни океана, ни суши.

Нам очень повезло, что мы живём на небольшой планете. Если бы Земля обладала массой Сатурна, то ракета-носитель не способна была бы взлететь в космическое пространство в принципе – из-за большой силы тяжести и плотной атмосферы, в которой сгорит любой космический аппарат при требуемой скорости выхода в космос более 25 км/с (более 90 000 км/ч). А ОТС смогло бы взлететь с такой массивной планеты, так как оно преодолевает атмосферу со скоростью автомобиля, а не ракеты. Именно поэтому ракетный космический вектор, проложенный на планете Земля нашими соотечественниками Константином Циолковским, Сергеем Королёвым и Юрием Гагариным, был бы в таком случае исключён по законам физики и человечество вынуждено было бы начинать покорение космоса сразу с ОТС. Это одна из основных причин, почему наша конференция называется «Безракетная индустриализация ближнего космоса».

Приглашаю участников форума присоединиться к обсуждениям в формате круглого стола и активно участвовать в дискуссиях. Все присутствующие здесь – эксперты, лидеры мнений. В рамках данного мероприятия мы подробно поговорим о технологическом прогрессе в различных областях науки и техники, затронем философские и социальные проблемы общества, которые неотделимы от эволюции земной цивилизации. Вместе мы сможем донести до общественности необходимость пересмотра изживших себя устоев и предпринять реальные шаги для перехода на биосферный и космический путь цивилизационного развития, чтобы спасти человечество от деградации, угасания и гибели на ограниченной по размерам и ресурсам планете, вскормившей и вырастившей нашу инженерную цивилизацию. Сбудутся пророческие слова Константина Циолковского: «Земля – это колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели».

В завершение своего приветственного слова хочу поблагодарить собравшихся здесь участников и гостей. Желаю всем плодотворной работы!

VI международная научно-техническая конференция «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты» объявляется открытой.

Вместе мы сможем донести до общественности необходимость пересмотра изживших себя устоев и предпринять реальные шаги для перехода на биосферный и космический путь цивилизационного развития, чтобы спасти человечество от деградации, угасания и гибели на ограниченной по размерам и ресурсам планете, вскормившей и вырастившей нашу инженерную цивилизацию.

Приветственное слово Хуссейна Аль Махмуди,

генерального директора Научно-исследовательского технологического и инновационного парка Шарджи и Американского университета Шарджи, президента филиала Международной ассоциации территорий инноваций и научных парков в Западной Азии и Северной Африке

Уважаемые гости!
От имени Научно-исследовательского технологического и инновационного парка Шарджи приветствую вас на VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты».

В 2023 г. мероприятие проходит в то время, когда страны соревнуются в освоении космоса. Сегодня здесь собрались самые светлые умы, эксперты, учёные, предприниматели, которые исследуют эту тему, делятся своими практическими наработками и предлагают рекомендации, как лучше всего развивать космические технологии, делая их более экологически и финансово устойчивыми, безопасными, рентабельными. На конференции мы обсудим новые идеи, вызовы и возможности в этой отрасли.

В Объединённых Арабских Эмиратах наше учреждение заняло лидирующие позиции в совершенствовании космической сферы, идёт ли речь об инициативе, связанной с Марсом и его освоением, или о развитии человеческого капитала и повышении квалификации специалистов, которые занимаются исследованиями в области космических технологий, открывают новые возможности и просвещают других о данном секторе народного хозяйства.

От имени и по поручению Научно-исследовательского технологического и инновационного парка Шарджи желаю вам всего наилучшего и поздравляю наших партнёров – компании uSky Transport и ООО «Астроинженерные технологии» – с тем, что они собрали нас на этой исторически значимой конференции, чтобы обсуждать, анализировать, учиться и создавать глобальную сеть профессиональных контактов.

Приветственное слово Игоря Кожина,

главы Центра международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в Российской Федерации

От имени Центра международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в Российской Федерации приветствую участников, организаторов и гостей VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты».

Организация Объединённых Наций по промышленному развитию (ЮНИДО) является специализированным учреждением в системе ООН; наша основная цель – содействие устойчивому промышленному развитию, его ускорение, а также укрепление международного сотрудничества и помощь в достижении Целей устойчивого развития, провозглашённых Генеральной Ассамблеей ООН.

Данные 17 целей являются призывом к действию, исходящим от всех стран (развитых, развивающихся и наименее развитых), и направлены на улучшение благосостояния и защиту нашей планеты. При этом меры по ликвидации бедности должны приниматься параллельно усилиям по наращиванию экономического роста, решению целого ряда вопросов в области образования, индустриализации, здравоохранения, социальной защиты, борьбы с изменением климата и защиты окружающей среды.

Генеральный директор ЮНИДО господин Герд Мюллер в рамках своего доклада на саммите G20 открыто заявил: «В нашем мире всё взаимосвязано – все страны и все люди. За последние годы мир уже успел столкнуться с несколькими глобальными кризисами, но совершенно очевидно: нам необходимо более тесное многостороннее сотрудничество. Нам нужна ещё большая солидарность. Требуется переосмыслить наши концепции прогресса и роста, продвигать новые инновационные проекты».

Дамы и господа, ЮНИДО выступает в качестве компаньона в реализации проектов по передаче технологий и знаний, а также в осуществлении программ инвестиционного партнёрства. Наша организация стремится поддержать сотрудничество государственных и частных промышленных предприятий, институтов развития и научных учреждений как в промышленно развитых, так и в развивающихся странах. Вместе мы способны превратить глобальную ответственность в глобальное решение на благо всех. В духе солидарности и сотрудничества мы действительно можем изменить мир и сделать его лучше!

Учитывая мандат нашей организации и знаковую роль этой ежегодной конференции с точки зрения предлагаемых инновационных подходов и технологий для индустриализации ближнего космоса, в 2022 г. Центр ЮНИДО в России принял решение о поддержке организаторов мероприятия и подписал соглашение о сотрудничестве

Приветственное слово Петра Витязя,

академика, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Республики Беларусь, начальника управления аэрокосмической деятельности, заместителя руководителя Агентства по космическим исследованиям НАН Беларуси

в рамках программы «ЭкоМир». Мы намерены развивать данное сотрудничество и готовы обсуждать возможности реализации новых совместных проектов и инициатив.

Выражаю уверенность в том, что сегодняшнее мероприятие будет способствовать укреплению связей учёных и практиков, а изучение космического пространства и представленные здесь инновационные проекты смогут стать важным элементом концепции устойчивого развития и достигнут ощутимых результатов на международном уровне.

Желаю участникам, организаторам и гостям конференции плодотворного общения, обмена опытом и дальнейших профессиональных успехов!

Выражаю уверенность в том, что сегодняшнее мероприятие будет способствовать укреплению связей учёных и практиков, а изучение космического пространства и представленные здесь инновационные проекты смогут стать важным элементом концепции устойчивого развития и достигнут ощутимых результатов на международном уровне.

Уважаемый Анатолий Эдуардович!

Уважаемые участники VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты».

Многие фантастические идеи, изложенные писателями в литературе, сегодня работают в нашей жизни. Возможно, и безракетная система освоения околоземного пространства будет реализована в будущем.

Изучение космоса имеет глубокие корни на нашей земле. Белорус Казимир Семенович в своём трактате «Великое искусство артиллерии», изданном в 1650 г., впервые предложил технологию разделения порохового заряда по отсекам для артиллерийских снарядов, что было впоследствии применено при создании ступенчатых ракет, а также описал возможность использования реактивной тяги. Во всём мире наш земляк признан одним из основоположников ракетостроения.

Семён Косберг, уроженец г. Слуцка, – соратник Сергея Королёва, главный конструктор жидкостного двигателя третьей ступени. Именно это изобретение позволило разогнать космический корабль «Восток» с первым космонавтом на борту до второй космической скорости и вывести его на орбиту.

Родившийся в г. Гродно Сигизмунд Флорентий Врублевский первым в мире освоил физику и технологию сжижения газов и получил жидкие кислород и водород – важнейшие компоненты реактивного топлива.

Борис Кит, ещё один выдающийся учёный родом из-под г. Кореличи, разработал технологию применения жидкого водорода в качестве ракетного топлива, что использовалось в американских космических кораблях серии Apollo, в том числе Apollo 11, доставившем в 1969 г. американских астронавтов на Луну, а также в космических аппаратах проекта Space Shuttle.

Мы также гордимся космонавтами Петром Климуком, Владимиром Ковалёнком и Олегом Новицким, совершившими по три космических полёта.

Высоко оцениваются результаты многолетней плодотворной совместной деятельности белорусских и российских учёных и специалистов по созданию и эксплуатации космической техники, реализации научно-технических программ Союзного государства по космической тематике. Начиная с 1999 г. осуществлено семь из них, две выполняются, несколько находятся на стадии оформления.

Это позволило построить белорусскую космическую систему дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), разработать и вывести на орбиту белорусский космический аппарат ДЗЗ и аналогичный российский «Канопус-В» с разрешением 2 м. Сегодня от Республики Беларусь на космической

орбите находятся четыре спутника: БКА, два наноспутника БГУ и спутник связи «Белинтерсат-1».

Указом Главы государства на Национальную академию наук Беларуси возложены функции и задачи организации и координации работ в космической отрасли. Для реализации этих решений созданы Агентство по космическим исследованиям НАН Беларуси и управление аэрокосмической деятельности.

1 ноября 2013 г. на 68-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН наша страна принята в члены Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях. Беларусь стала полноправным участником международной хартии «Космос и крупные катастрофы».

Республика активна в мировой космической деятельности. Отечественные учёные принимают участие в конгрессах, организуемых Управлением ООН по вопросам космического пространства, Европейским космическим агентством, космическими агентствами России, США, Японии, Китая и других стран.

В 1985 г. с целью объединения усилий по обмену опытом в области пилотируемой космонавтики создана международная неполитическая и некоммерческая организация «Ассоциация участников космических полётов», которая ежегодно проводит конгрессы в разных странах мира. В 2018 г. в г. Минске состоялся 31-й конгресс, где принял участие 81 космонавт из 18 государств. Во время мероприятия в честь наших соотечественников в столице на ул. Космонавтов открыт памятный знак «Белорусам – героям космоса» (работа белорусского скульптора Ивана Миско) и заложена Аллея космонавтов в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси – самая большая аллея в мире, высаженная космонавтами в одно время.

Хочу отметить, что космическая отрасль в Республике Беларусь успешно развивается и имеет хорошие перспективы. Сегодня только технологиями ДЗЗ в нашей стране пользуются многие предприятия и организации 11 министерств и ведомств. Для более широкого применения создана многоуровневая система ДЗЗ, включающая кроме космического сегмента авиационную, беспилотную и наземную инфраструктуру, также функционирует производственная корпорация «Белкосмос».

В настоящее время разрабатывается совместный новый российско-белорусский космический аппарат ДЗЗ с разрешением 0,35 м, что значительно расширит возможности использования космической информации и технологий её применения.

В рамках Союзного государства сейчас выполняется программа «Комплекс-СГ», предусматривающая создание группировки из трёх спутников: один малый, весом около 250 кг, и два наноспутника, один из которых будет произведён в НАН Беларуси. Эта группировка предназначена для отработки новых космических технологий. Важно также отметить, что в 2024 г. планируется отправить на МКС белорусскую космонавтку-исследователя.

В НАН Беларуси состоялись восемь международных конгрессов, в г. Марьина Горка организована шестая международная конференция. В 2023 г. я совместно с директором ООО «Астроинженерные технологии» Денисом Исаевым принял участие в конференции «Перспективы и возможности развития частной космонавтики в России», что предполагает более активное участие частного сектора в освоении космоса.

На проводимом сегодня мероприятии представлены интересные доклады на тему космических технологий. Вполне вероятно, идея Анатолия Юницкого о безракетной индустриализации ближнего космоса будет осуществлена нашими потомками и имя белорусского инженера будут вспоминать, как сейчас мы вспоминаем основателей космической техники и технологий.

Желаю всем участникам форума успехов в достижении поставленных целей и объединения усилий в освоении околоземного пространства на благо жителей нашей планеты и во имя мира на ней.

Вполне вероятно, идея Анатолия Юницкого о безракетной индустриализации ближнего космоса будет осуществлена нашими потомками и имя белорусского инженера будут вспоминать, как сейчас мы вспоминаем основателей космической техники и технологий.

Приветственное слово Михаила Орлова,

доктора технических наук, профессора, основателя, генерального директора и научного руководителя Академии Модерн ТРИЗ (г. Берлин, Германия)

Феноменальные и пионерские идеи альтернативных принципов и технологий освоения околоземного пространства, выдвинутые Анатолием Юницким, стоят того, чтобы интенсивно развивать их во благо нашей и будущей цивилизации.

Уважаемые коллеги, участники VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»!

Дорогой Анатолий Эдуардович!

Примите сердечное пожелание успешности великому делу, которому вы посвящаете значительную часть своей деятельности и всей жизни.

Феноменальные и пионерские идеи альтернативных принципов и технологий освоения околоземного пространства, выдвинутые Анатолием Юницким, стоят того, чтобы интенсивно развивать их во благо нашей и будущей цивилизации.

То, что сегодня выглядит как мечта, завтра может и должно стать реальностью.

Успехов всем и радости творчества!

Приветственное слово Арсения Митько,

члена-корреспондента Российской академии естественных наук, кандидата технических наук, доцента, президента Арктической общественной академии наук

Уважаемые оргкомитет, участники и гости!

Поздравляю с открытием VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты». Считаю, что данное мероприятие является значительным событием в научно-практической сфере освоения околоземного пространства.

Научный форум затрагивает многие актуальные вопросы индустриализации ближнего космоса на современном этапе. На сегодняшний день высока степень корреляции между Землёй и космосом. Именно поэтому важно сейчас присмотреться к Арктике, российскому Заполярью и опробовать на этих территориях результаты исследований (разработок), связанных с проблематикой экстремальных условий, среди которых:

- низкое содержание кислорода;
- сенсорная депривация и недостаточная стимуляция мозга;
- нехватка естественного освещения в полярную ночь;
- холод;
- несбалансированный рацион питания;
- ограниченность ресурсов и добыча их альтернативными методами;
- социальная изоляция.

Нельзя жить только старыми наработками, нужно создавать новые возможности, продуцировать новые научные идеи и технологии, отыскивать новые способы, что в конечном счёте и находит своё воплощение в технических решениях компании ЗАО «Струнные технологии».

Считаю, что главная цель проведения конференции заключается в обмене передовым опытом и накопленными уникальными знаниями в сфере индустриализации ближнего космоса. Убеждён, что полученные в ходе ваших исследований результаты будут полезны всему человечеству, а предложенные рекомендации действительно станут применяться в практической деятельности.

Желаю участникам и организаторам конференции плодотворной работы, конструктивного диалога и эффективного взаимодействия.

Приветственное слово Марины Мининой,

**кандидата технических наук,
доцента Российской академии
народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте Российской Федерации,
председателя Арктического совета
Ассамблеи народов Евразии,
исполнительного директора
саммита «Арктика-2024»**

Уважаемые организаторы и участники VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»!

Мы становимся свидетелями всё возрастающего количества аномальных природно-климатических явлений на нашей планете, таких как наводнения, засухи, землетрясения, заморозки. В Сахаре вдруг выпадает снег, Европу заливает ливневыми дождями, а лето 2023 г. стало самым жарким за всю историю гидрометеорологических наблюдений на Земле. Наука пока не может объяснить, влияет ли антропогенная деятельность на изменение климата или природа сама решает, случится новый ледниковый период или нас ждёт глобальное потепление.

В этой связи всё больше учёных, практиков, отчаянных мечтателей, фантазёров обращают свой взгляд в космос, и настоящая конференция, участниками которой мы являемся, призвана дать ответы на многие сложные вопросы индустриализации ближнего космоса.

Освоение околоземного пространства можно рассматривать как продолжение многовековой человеческой деятельности, направленной на обустройство жизненных пространств, расселение и распределение производительных сил.

Районы Крайнего Севера с точки зрения решения транспортных и инфраструктурных проблем пространственного развития вполне могут отождествляться с космосом. Это по сей день масштабная задача – найти баланс и гармонию между безлюдными северными просторами и инновационными технологическими решениями по их освоению. Организатор ежегодной конференции ООО «Астроинженерные технологии», а также коллектив учёных и конструкторов, технологов и инженеров приближают для человечества возможность воплотить мечту об индустриализации космоса. Не менее важны научные разработки группы компаний Юницкого по созданию линейных городов, биотехнологий и систем жизнеобеспечения, которые можно применять в экстремальных условиях Арктики.

Желаю всем участникам конференции плодотворной деятельности, острых дискуссий и новых открытий!

Приветственное слово Андрея Фефелова,

**журналиста, публициста,
главного редактора телеканала «День-ТВ»,
заместителя главного редактора
газеты «Завтра»**

Дорогие участники конференции!

В наше время футурологический дискурс крайне ценен, потому что образ будущего, альтернативный швабовскому, и представления о желаемом нами завтрашнем дне не сформулированы. Стоит признать, что официальный дискурс и в России, и в Беларуси, а также сознание большой части общества ориентированы на прошлое, на традицию, на консервативные ценности. Всё это замечательно и является необходимым, но совсем не достаточным условием для построения нашего будущего.

А что же нужно?

Во-первых, требуются идеология будущего, ответы на главные вызовы XXI в. В период развала глобализма, распада мира на макрорегионы следует обратить пристальное внимание на нашу 1/6 часть суши. Восстановление Большой России – это процесс необходимый и в данных условиях, можно сказать, неизбежный. Разбитая «чаша русского пространства» должна быть воссоздана, вероятно, в каких-то новых политических формах, но в прежних – исторических – границах. Большая Россия – реторта, в которой должно созреть сверхновое общество. Без этого великого единства народов и плацдармов мы не сможем выдержать давление противников, партнёров и конкурентов.

Второй аспект, на который надо обратить внимание, – проблема человека. Современная техногенно-цифровая цивилизация покушается на границы человеческого. Радикальный экологизм, генная инженерия, теория и практика «трансгуманизма» стремятся закатать человека в асфальт «прогресса». Покушение на человека должно быть отбито. Человек нужен будущему как вид, как тип, как образ и подобие Божие.

Для этого следует определить человека, обозначить границы, которые нельзя нарушать даже во имя прогрессорских целей.

Третья составляющая у меня под вопросом. Многие скажут, что это справедливость. Однако в нынешних условиях развитие важнее справедливости. Распределительная система, национальная рента от эксплуатации природных ресурсов, к сожалению, не приведут к общественному подъёму. Куда важнее создать оптимальные модели образования, управления и отбора кадров. Нам нужно не общество всеобщего благоденствия, а общество всеобщего становления. Напряжение и развитие превратят нас в ракету, летящую вертикально вверх. Только такое движение позволит выйти на новую цивилизационную ступень.

Для этого нам надо определить не только, что такое человек, но и что такое развитие, в чём его цель и смысл.

УДК 62+001.18

ИНЖЕНЕРиЯ.
Мир как инженерный проект

А.Э. Юницкий,
доктор философии транспорта

ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Современный мир создан инженерами. Разрабатываемая ими техника определяет не только повседневную жизнь, но и характер развития науки и культуры, а также облик Земли и состояние природы. Однако управление обществом отдано в руки политиков и предпринимателей, а инженеры только обслуживают их интересы, во главе которых стоят власть и прибыль. Экологические проблемы XXI в., войны, экономическое неравенство и социальная несправедливость оказываются следствием достижения инженерией почти безграничных возможностей при сохранении ею сложившегося в предшествующие эпохи нравственного нейтралитета. Основываясь на обширном историческом и философском материале, данных точных наук, статистики и социологических исследований, автор по-новому оценивает роль инженеров в формировании нашей технократической цивилизации. С инженерной точки зрения проведён анализ социально-политической системы XXI в., логики её становления и выстраиваемого на её базе образа рационального будущего. Изучены ценностные аспекты инженерной деятельности. Изложены основы мировоззренческих и производственных подходов, соответствующих достигнутому к моменту написания данного текста уровню развития технологий, а также актуальным глобальным экологическим, демографическим и индустриальным вызовам.

Ключевые слова:
инженерия, мировое потребление энергии, освоение космоса, проблема перенаселения, техносфера, эсхатология.

UDC 62+001.18

Ingenium.
The World
as an Engineering Project

A. Unitsky
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

The modern world was created by engineers. The technologies they develop determines not only everyday life but also the nature of development of science and culture as well as the Earth's appearance and the state of nature. However, the society management is given into the hands of politicians and entrepreneurs, while engineers only serve their interests dictated by power and profit. Environmental problems of the 21st century, wars, economic inequality and social injustice are the result of almost limitless possibilities achieved by engineering while maintaining its moral neutrality established in previous eras. Based on extensive historical and philosophical material along with data from exact sciences, statistics and sociological research, the author assesses the role of engineers in the formation of our technocratic civilization in a new way. He carries out the analysis of the socio-political system of the 21st century as well as the logic of its formation and the image of a rational future built on its basis from an engineering point of view. He also studies value aspects of engineering activity along with fundamentals of ideological and industrial approaches corresponding to the level of technology development achieved at the time of writing the book, as well as current global environmental, demographic and industrial challenges.

Keywords:
global energy consumption, engineering, eschatology, overpopulation problem, space exploration, technosphere.

Инженеры всего Мира, объединяйтесь!

1. Становление техносферы

1.1. Инженеры создали наш мир

Наш мир создали инженеры. Современный цивилизационный мир, каким мы его знаем, стал возможен только благодаря инженерии. Именно труд тысяч поколений безымянных инженеров в течение тысячелетий создал те предметы, системы и технологии, которые окружают нас каждый день. От каменного топора, костра, колеса, гвоздя и болта до автомобиля, самолёта, айфона, электростанции и космического корабля – всё это продукты интеллектуальной работы инженеров. Только инженерный и технологический прогресс позволил человечеству занять доминирующие позиции среди других населяющих нашу планету миллионов видов живых существ. Отключите электричество, отопление и канализацию, остановите заводы и фабрики – мир быстро погрузится в первобытное состояние. Не будет преувеличением сказать, что без инженерных приспособлений были бы невозможны ни политика, ни искусство, ни религия, ни государства, ни социумы и никакие другие формы общественной и духовной жизни.

Человеческая цивилизация отличается от других земных цивилизаций, например от такой чисто биологической цивилизации, как дельфины. Они заняли свою биологическую нишу в биосфере, которая неизменна вот уже в течение миллионов лет. У них нет технократии, как и проблем, связанных с нею. Хотя человек и дельфин в некотором отношении подобны: эти морские млекопитающие отличаются от других животных высоким интеллектом. Кроме того, они имеют собственный язык, даже более сложный, чем у людей, поэтому не исключено, что интеллект у дельфина выше, чем у человека.

Наша цивилизация в отличие от других земных цивилизаций – технократическая (техногенная) общественная система. Её генезис основан на развитии науки, техники, технологий и производств, а также образованной ими предельно урбанизированной среды – мёртвой (индустриальной) техносферы, которая заняла на нашей планете ту же природную нишу, что и живая биосфера, – не только поверхность планеты, но и многокилометровые морские и сухопутные глубины и нижнюю часть атмосферы. Эта чуждая жизни техносфера существует примерно по тем же антагонистическим принципам, что и, например, раковая клетка в живом организме, бурно развивающаяся за счёт подавления и уничтожения здоровых клеток. Здесь возможны только два сценария: либо иммунная система организма убивает рак, либо рак побеждает организм и затем сам погибает.

Именно инженерные технологии (а не природные биологические), сформированные по законам макромира (а не микро- и цифромира, т. е. читай – физики, а не философии и социума), и создали (причём в очень короткий по историческим меркам срок) современную человеческую техногенную цивилизацию.

Когда наши предки были охотниками и собирателями, в их распоряжении имелись только самые примитивные инструменты. Из-за ограниченности средств один человек мог своим трудом прокормить только самого себя. Если обстоятельства складывались удачно, что-то перепадало детям. Не более того. По этой причине долгое время рабство было невозможно. Раб должен трудиться, чтобы обеспечить необходимым как минимум двоих – себя и своего хозяина. Для этого многому требовалось научиться, многое открыть, приручить животных и изобрести плуг.

Учение марксистов о базисе и надстройке охватывает важную сторону цивилизационного развития. Любая существенная трансформация общества связана с изменением так называемых производительных сил, и прежде всего орудий труда, технологий, обеспечивающих потребности людей. Я не разделяю уверенности в первичности базиса над надстройкой. На мой взгляд, это слишком грубое упрощение. Его ложность оспаривается массой фактов. Например, Октябрьская революция, как бы приведшая к установлению новой формации, в гораздо большей степени была обеспечена процессами, происходившими в сознании людей, а также в культуре и политике того времени. Россия являлась преимущественно аграрной страной. Пролетариат составлял в ней ничтожное меньшинство. Тем не менее была провозглашена его диктатура. Существует и пользуется спросом целая теория постиндустриального общества, в котором основное значение придаётся не промышленности, а сфере услуг. Переход к такому состоянию также сложно связать с трансформациями, происходящими в базисе. Однако остаётся бесспорным: каждое значимое изменение обеспечивается теми или иными технологиями, созданными инженерами. Все сферы жизни и характер взглядов людей опосредуются тем же.

Для человека XXI в. оказывается нормальным осмысливать себя и даже выстраивать соответствующие антропологические теории в терминологии кибернетики. Люди, например, говорят о своей памяти, исчисляя её гигабайтами. Рассуждают о здоровье, используя слова типа «хелспойнт», заимствованные из видеоигр. Описывают ментальные состояния, рассказывая, что они «зависли», «лагают», «забагованы» и др. Мир и Бог интерпретируются по аналогии с компьютерными программами и деятельностью программиста. Нередко доходит до смешного. Однако чаще бывают трагические последствия, как в случае с застрелившим 26 человек Адамом Лэнзой, который чувствовал себя персонажем компьютерной игры и всего-то хотел «набрать как можно больше очков». Вместе с тем в описываемом нет ничего уникального. Мы всегда осмысливали действительность в том или ином отношении к достигнутому уровню технологий. Часто именно инженерные решения оказывались ключевыми в осмыслении.

1.1.1. Чем обязана инженерам религия

В XVII–XVIII вв. с расцветом механики люди описывали самих себя и всё, что их окружает, как механизмы. Жюльен Ламетри написал книгу «Человек-машина». Деисты рисовали Вселенную как некие огромные часы, заведённые Богом. Ещё раньше, когда появлялись первые религиозные учения о том, что Бог сотворил человека и мир, это осмысливание шло через метафору гончарного ремесла. Представления о том, что человек создан из глины, появились только после изобретения и распространения гончарного круга. Уже упомянутый плуг и вообще развитие земледелия дали начало многим религиям, познающим происхождение всего от совокупления мужского начала неба и женского начала земли. Земля вспахивается плугом, как неким, в терминологии Фрейда, фаллическим символом, затем она родит урожай. Практически во всех земледельческих культурах земля описывается как женское начало, мать-кормилица и др. Верования же народов, не отошедших от образа жизни охотников и собирателей, как правило, связаны с поклонением духам леса, священным животным и др. Не будучи знакомыми с технологиями выращивания овощей и фруктов, они часто даже не понимают причин и механизмов зачатия, не связывают беременность с занятием любовью.

В истории религии можно найти множество примеров использования технических инноваций в религиозных практиках. Ритуальные танцы с бубном вокруг костра или раскуривание трубки мира – таких технологических инноваций у тех же дельфинов нет, как и нет, скорее всего, у них и религии. Можно также привести в качестве примера применение техники для тиражирования священных текстов. Религиозные книги были созданы благодаря техническим инновациям в письменности, таким как кисти и мастика, пергамент, бумага и печать. Техника и технологии строительства – обтёсывание камней и обработка дерева,

изготовление кирпичей и вяжущих материалов – сыграли основную роль в создании архитектуры для религиозных мест и святынь. Церкви, храмы и мечети определены архитектурными стилями, появившимися благодаря техническим инновациям в строительстве. Варка стекла и механическая обработка камня, возможности плавки и ковки металлов позволили религиозным лидерам и архитекторам создавать впечатляющие и сложные архитектурные объекты.

Примеров влияния техники на мышление можно привести ещё больше, но в данном разделе достаточно и этого, чтобы утверждать: религиозное мировоззрение соотносится с уровнем технического развития эпохи. Верующие и религиозные деятели точно так же, как и неверующие, носят одежду и обувь, пользуются автомобилями, самолётами, компьютерами, айфонами и интернетом. В дополнение необходимо только указать на ещё одно обстоятельство – ослабевание роли религии в обществе связано с усилением технологической оснащённости человечества. При этом место религиозного опыта не остаётся пустым. За ответами, которые раньше искали в церкви, в XXI в. люди всё чаще стали обращаться к поисковым системам типа Google. Оставим это здесь как приглашение к размышлению и отправимся дальше, разобрав, каким образом развитие техники повлияло на становление философии и науки. Кажется, прямая связь очевидна. Но это не совсем так.

Для развития цивилизации инженерия дала больше, чем наука, хотя бытует прямо противоположная точка зрения. В науке не нужно что-то изобретать, в науке нужно открыть то, что уже существует в природе вне зависимости от нашего сознания и понимания, например вулканизм на Луне или радиоволны. Радиоизлучение существовало и до Генриха Герца, который открыл электромагнитные волны, но все помнят в этой связи не его, а Александра Попова и Гульельмо Маркони, которые изобрели (но не открыли) радиопередатчик и радиоприёмник и сделали его из катушек, реле, антенн и других деталей, придуманных не ими. Поэтому всё, что сделано человеческими руками и нас окружает, создали не учёные, а изобретатели, т. е. инженеры, так как без инженерных знаний и технических деталей, элементов, узлов и оборудования, придуманных предшествующими поколениями творческих людей, это сделать было бы невозможно. Наука невозможна без инженерии. Нельзя открыть вулканизм на Луне без телескопа, как и нельзя было открыть бозон Хиггса без Большого адронного коллайдера – чуда современной инженерии. Наука не причина, она следствие инженерного прогресса.

1.1.2. Предпосылки становления философии и науки

Хочу обратить внимание на важный для моего исследования факт. Философия и наука существовали задолго до появления многих развитых инженерных технологий. Хотя базовые технологии уже имелись – огонь, орудия труда, оружие, одежда, строительство жилищ и другие инженерные решения. Как был уже и язык – те, кто учились произносить новые звуки, давать названия окружающим их предметам и явлениям, а затем передавать эти знания с помощью звуков другим людям, были информационными технологами, т. е. инженерами.

Древние цивилизации, вероятно, даже больше, чем мы, знавшие о движении звёзд и планет, заложили основы астрономии и математики. Античность – уже вершина риторики, логики, этики, эстетики и натуральной философии. Средневековье достигло пределов в выстраивании различных моделей метафизики и теологических доктрин. Но почти всё это время, эпоха за эпохой, человечество пользовалось мало менявшимися, достаточно простыми по масштабам XXI в. устройствами вроде колеса, зубчатого колеса, рычага, наклонной плоскости, шкива и винта.

Для Античности техника считалась чем-то недостойным. Свободный человек должен был быть погружён в мир идей. Он, прежде всего, – разумное существо. Иметь дело с миром вещей – удел раба, который и сам является вещью. Инженеры, конечно, находились на хорошем счету. Они достигли больших успехов в возведении зданий, строительстве кораблей. Но на социальной лестнице они, наряду с художниками и поэтами, располагались гораздо ниже политиков, философов и воинов. Средневековье, следуя этим установкам, вообще ставило всё вещественное и телесное ниже духовного. В некоторых случаях можно говорить о презрении к вещественному миру как несовершенному подобию того, что можно постигнуть только молитвой и разумом.

Ни в Античности, ни в Средневековье не было ничего, что выступило бы предпосылкой к становлению естествознания. Во-первых, проникать в созданный Богом мир, совершать над ним некие опыты, по сути являющиеся насилием, недопустимо. Это могло быть расценено как посягательство на божественное мироустройство, как попытка изменить естественный ход вещей в угоду собственной воле, а следовательно, как колдовство, за занятие которым грозил костёр инквизиции. Во-вторых, считалось, что человек, как образ и подобие Бога, заключает в себе все те знания, которые только могут быть ему доступны. Только разум, имеющий дело с идеями, предшествующими вещам, способен постичь суть этих вещей.

Как иллюстрацию к сказанному вспомню анекдот про двух монахов. Кажется, он сочинён ещё в Средние века и хорошо описывает дух познания того времени. Монахи гуляют по огороду и видят много вырытых кротом ям. Они начинают обсуждать, есть ли у крота глаза. Аргументы одного: животному, почти всё время проводящему под землёй, глаза не нужны. Божественный промысел не создаёт ничего ненужного, а значит, глаз у крота нет. Второй монах возражает, что так как крот иногда вылезает на поверхность, то глаза ему нужны и, следовательно, они есть. Спор продолжался в таком же ключе. Тут к ним подходит садовник и предлагает выкопать крота, чтобы проверить, какая из гипотез верна. В ответ он слышит: «Поди прочь, невежа, ты ничего не понимаешь в учёных беседах».

Познание долго носило преимущественно умозрительный характер. Что же изменилось? И почему инженеры начали играть всё более заметные роли? Здесь снова придётся сделать отсылку к марксизму, что особенно важно в дальнейшем описании.

Переход от феодальной формации к капитализму, в котором инженерные разработки стали оказывать решающее значение и в котором формировалась экспериментальная наука, описывается через процесс первоначального накопления капитала. В общих чертах логика такова:

1) жаждущие наживы люди (сами или с чьей-то помощью) придумывают инженерные решения, которые позволяют более эффективно достигать корыстных целей. Прежде всего, нужен транспорт, чтобы торговать, а также оружие, чтобы защищать своё богатство и отнимать богатство у других;

2) инженеры постепенно создают всё более совершенные транспортные средства и оружие. Торговля становится всё более надёжным и безопасным способом обогащения. Корабли плавают всё дальше, а тонут всё реже. Нападение на караваны требует всё большей технической оснащённости и оказывается доступным всё меньшему количеству людей;

3) в руках наиболее удачливых торговцев, населяющих самые благоприятные для этого занятия территории на берегах Средиземного моря, сосредотачиваются богатства, размер которых оказывается гораздо большим, чем состояния некоторых королей. И хотя сами торговцы часто даже не относятся к дворянскому сословию, они начинают испытывать королевские амбиции. В том числе это выражается в желании каким-то образом увековечить себя;

4) вновь разбогатевшее сословие поощряет художников, строителей и изобретателей, которые создают их портреты и дворцы, а также различные устройства для забавы – музыкальные инструменты, прочие механизмы и приспособления. Люди, обслуживающие первых капиталистов, вынуждены искать новые и новые формы для того, чтобы каждое произведение было уникально и тем самым тешило эго заказчика. При этом ведётся работа именно с вещественным миром, а не только с миром духовным. Ищутся материалы и открываются свойства веществ, оригинальные приёмы в строительстве, живописи, скульптуре, механике. Цель всего – сугубо практическая. Она не в том, чтобы служить государству, как это было в Античности, и не в том, чтобы служить королю или церкви, как это было в Средние века. Теперь цель в том, чтобы угодить обычному, по сути, человеку – сделать его жизнь по возможности более комфортной и безопасной. При этом достижения инженеров анализируются и фиксируются в учёных книгах.

Примерно так начинаются эпохи Возрождения и Нового времени, в период которых формируется экспериментальное естествознание, лежащее в основе современной науки. Мы можем видеть решающий вклад инженеров. Причём их роль оказывается более существенной, чем ранее. Это связано с увеличением количества потребностей. Инженеры же остаются сословием, эти потребности обслуживающим. Несмотря на то что именно усилиями инженеров высвобождены и сконцентрированы ресурсы, необходимые как для формирования, так и для удовлетворения этих потребностей, инженерия начинает всё больше и больше служить деньгам, продолжая при этом служение власти, начатое ещё в те времена, когда изобретение топора или копья дало одному племени преимущество перед другим и помогло одержать верх. Примерно в те же годы, снова-таки благодаря инженерам, появилась и политика.

1.1.3. Возникновение политики

Политика, как и торговля, только в значительно большей степени, связана с совершенствованием оружия. Первобытный лук, огонь, затем порох и снаряд – все эти изобретения меняли и во многом предопределяли характер политики. Если верно, что политика – это борьба за власть, а война – крайняя форма борьбы за власть, то война племён в первобытнообщинном строе – предел возможных политических притязаний того времени. Почему не было великих армий и великих походов? Потому, что великая армия нуждается в большом запасе фуража. Значит, необходимы телеги – гораздо более сложные устройства, чем камни и палки. Помимо этого, бронзовый, а затем и железный меч позволяет убивать одним взмахом, не ввергаясь в свалку

драки подручными предметами. Войско оказывается способным молниеносно сокрушать и идти дальше, не оставляя за спинойнедобитых солдат врага.

Созданный инженерами флот открывает новые масштабы политики. Теперь она может распространяться за пределы континентов. Создаются империи, объединяющие народы. Огнестрельное оружие по мере своего распространения позволяет политикам меньше бояться невзгод вроде крестьянских восстаний. Стоит запретить простолюдинам иметь ружья – и любой бунт относительно легко подавить. Хотя в прежние века несколько вооружённых вилами человек представляли серьёзную угрозу даже для одетого в доспехи рыцаря. Чем более технологичным становилось оружие, тем больше власти оказывалось возможным сконцентрировать в одних руках. Эта прямая зависимость меры власти от степени совершенства устройств для убийства была, вероятно, первопричиной того, что развитие вооружений во все времена находилось на пике технического прогресса.

Лук для охоты и войны, скорее всего, был изобретён раньше, чем струнные музыкальные инструменты. Топор – прежде молотка. Порох, правда, – исключение, и он сперва применялся для фейерверков, а бомбы, пушки и пищали придумали значительно позже. Во всём остальном правило приоритета военной инженерии над гражданской действовало почти без исключений, так как именно политики концентрировали в своих руках богатства и могли позволить себе платить инженерам больше, чем кто бы то ни было другой. Ракета для переноса боезаряда разработана намного раньше ракеты, с помощью которой человек покорил космос. Атомная бомба предшествовала атомной энергетике. Первый спутник, первый компьютер, первый робот – всё это создавалось по заказу военных, всегда обслуживающих политиков. И инженеры, усилиями которых воздвигнуты основы самых могущественных государств, тоже оказываются обслуживающим персоналом. Вместе с тем они часто становятся и пособниками самых страшных преступлений, направленных не только против людей, но и против природы. Впрочем, хорошие дела – также дела интеллекта и рук инженеров. Создавая предпосылки и инструменты для развития наук, делая возможным и предопределяя содержание искусства, они дают человечеству многочисленные поводы надеяться на лучшее.

1.1.4. Зарождение и развитие искусства

Искусство музыки невозможно без созданных инженерами музыкальных инструментов, живопись не способна обойтись без красок и кистей – тоже вполне инженерных разработок. Для литературы в какой-то момент её развития потребовались пергамент, папирус, бумага, печатный станок. Театр – это и здание, и различные механизмы, и освещение, и много чего ещё. Уже в Античности Герон Александрийский создал сочинение «Автоматический театр», в котором описал сложные конструкции, за счёт использования силы тяжести позволяющие в автоматическом режиме менять декорации. Всё происходило по заранее продуманному сценарию, в строгой последовательности с учётом временных интервалов. Машина работала, как часы или даже как программа, реализованная не на перфокартах, а на валках с шипами и накрученными на них верёвками. Инженер решил задачу, связанную с созданием шоу. Кино – сложнейший синтез различных высокотехнологичных инженерных решений. Однако (что ещё более важно, как и в случае с религией) искусство определяется инженерией не только в техническом, но и в содержательном, и в экзистенциальном плане.

Можно обратиться к этимологии русского слова «искусство». Оно имеет общий корень с «искусственный». То, что не природного происхождения, является рукотворным. Уже здесь подразумевается, что занимающемуся искусством нужны инструменты. Первобытный автор, рисовавший сцены охоты на стенах пещеры, имел в этой пещере костёр, дававший свет. Он изобрёл либо позаимствовал способ нанесения линий и штрихов. Отыскал необходимые материалы. В конце концов, он выжил, достиг взрослого возраста и смог прокормить себя – тоже благодаря инженерным устройствам. Более того и важнее – избранная им тема отражает цель и вершину совершенства инженерии тех времён. Копья, камни, западни, обряды с использованием музыкальных инструментов – всё это мир, созданный инженерами и ставший возможным благодаря им. Они сформировали восприятие и сюжет, взятый художником. Точно так же абстрактное искусство XIX–XX вв. связано с появлением поезда и автомобиля, которые задали другую скорость передвижения, а затем и характер восприятия действительности, смазав лица и очертания предметов, разбив их на фрагменты.

Техногенный мир – не только мир науки, техники и технологий, что само по себе и неплохо, но и мир материального: материального производства и потребления, материальных отношений и контактов. Вся мощь современной цивилизации – сельское хозяйство, промышленность, транспорт, энергетика, электроника, компьютеры, смартфоны, интернет, города, дороги и др. – создана инженерами.

Прежде чем инженеры поймут, как спасти планету, биосферу и нашу техногенную цивилизацию, стоит оглянуться назад и проследить всю историю становления земной цивилизации с инженерной точки зрения. При этом полезно также посмотреть на взаимоотношения двух глобальных экосистемных технологий: биосферы, сформированной за миллиарды лет эволюции Живой Природой, и техносферы, создаваемой *Homo sapiens*, а точнее – *Homo technocraticus* [1].

1.2. Инженерная хронология

1.2.1. Инженерная эпоха «Техносфера 1.1» (2 млн лет до н. э. – 5000 лет до н. э.)

Инженерная мысль зарождалась на примитивных стадиях социальной эволюции, задолго до появления цивилизаций. Эта неизбежная необходимость с конкретными прагматическими итогами в виде первых примитивных изобретений положила начало бесконечному техногенному пути. В основе человеческой деятельности лежит первичный опыт взаимодействия с внешним миром. Накапливаясь в границах одной человеческой жизни или целых поколений, этот опыт неизбежно переходит в новое качество. Нарабатываются навыки, возникает представление о ранее не виданных закономерностях, оформляются правила, открываются новые возможности. Вместе с тем возникают и новые потребности, происходит оформление различных социокультурных моделей.

В целом на более высокой стадии познавательной способности с накоплением практического и абстрактного опыта мир постепенно усложняется. Самые ранние религиозно-обрядовые практики в поклонении стихиям или почитании предков уже носят в себе качество упорядоченной и сформированной по определённым правилам деятельности. Мышление начинает стремиться к реализации своего творческого потенциала – и возникают искусства. При этом для любой практической деятельности опыт взаимодействия с физическим веществом (вода, воздух или камень) настолько глубок, что уходит корнями в несознательные времена. Такой опыт накапливался в нас ещё в эпохи, предшествовавшие состоянию дикости в начале пути того существа, которое однажды осознает себя как человек.

Человек начинает разделять практическую деятельность на возведение и обустройство жилища, изобретение орудий охоты и обработки земли, созидание мест поклонения для служения культам – так оформляются ремёсла. На этапах становления родоплеменного строя и удовлетворения первичных человеческих потребностей они уже являются неотъемлемой частью жизни. Преимущества, которые дают ремёсла вместе с новыми знаниями и искусствами, неуклонно меняют мир.

В истории мы наблюдаем всё более возрастающий темп развития, взаимного влияния и переплетения различных родов человеческой деятельности и идей. Наступает момент, когда и инженерная мысль становится чем-то вроде роскоши и интеллектуальной игры для избранных. Архимед в III в. до н. э. вплотную подошёл к истокам математического анализа, заложил основы гидростатики и сконструировал настолько эффективные механизмы, что тем самым отсрочил на несколько лет взятие римлянами Сиракуз. Образ древнегреческого философа-механика, склонившегося над чертежами в пренебрежении к опасности своей жизни, вдохновлял последующие поколения инженеров и исследователей. Нужна ли была Архимеду царская корона? Если да, то только для того, чтобы придумать универсальный метод оценки чистоты сплава золота, из которой она сделана.

Необъятный мир естествознания со множеством мыслительных и теоретических подходов в его изучении притягателен сам по себе настолько, что нередко полученные выводы могли мало согласовываться с реальностью. И как говорили в таких случаях, упираясь в очередной парадокс, дуализм или вообще отрицание: «Тем хуже для реальности!» На самом же деле работа продолжалась, а наука находила физические подтверждения тому, что раньше существовало только как итог частных умозрительных построений.

Технологический вектор развития человечества, который в XX в. превратился в индустриальный, избрали около 2 млн лет назад не мы, а наш далёкий предок – первобытный человек. Это началось тогда, когда ещё не совсем человек, но уже и не обезьяна, изобрёл первые инженерные технологии – разжёг костёр, стал жарить мясо на огне, выделывать шкуры зверей и изготавливать первые примитивные орудия труда [2]. Когда одомашнил волка, что позволило ему эффективнее охотиться и победить в межвидовой борьбе. Когда наши пращуры, кроманьонцы, благодаря только им присущим и малозначительным на первый взгляд анатомическим особенностям (можно сказать, физиологическому «дефекту») – устройству и местоположению голосовых связок – осуществили фундаментальный эволюционный скачок. Они изобрели речь, что сделало возможным накопление и передачу устных знаний от человека человеку. Это стало важнейшим социальным изобретением, без которого дальнейшее развитие инженерных технологий было бы невозможным.

Таков первый технологический уровень развития разных племён (родов), когда понятия «человечество» ещё не существовало. Данный период длился в течение примерно 2 млн лет. То есть до тех пор, пока древние инженеры не изобрели колесо, не оседлали лошадь и не впрягли её в первую повозку (примерно в 5000 г. до н. э.). Коммуникативность древнего человека, как и любого другого животного, ограничивалась в описываемую эпоху только особенностями, которыми наградила его природа: мускульной силой (бег и ходьба – материальная и энергетическая составляющие), зрением, голосом и слухом (информационная составляющая).

Это был первый (пожалуй, нулевой, на уровне земли) этаж подъёма по бесконечно длинной технологической лестнице бесконечно высокого здания инженерных знаний, имеющего свои этажи – технологические (точнее, инженерные) эпохи. Однако уже тогда разрозненные племенные цивилизации пережили повсеместно свои первые локальные (домовые) экологические кризисы. Они жгли костры и выделывали шкуры в пещере – в доме, в котором жили, – и в 20 лет умирали от рака лёгких: от невыносимого смога и канцерогенов, содержавшихся в технологических отходах. Хотя мощность «технологического оборудования» – костра – была невысокой (порядка 10 кВт), а технологическое топливо – дрова – достаточно безопасно и безвредно.

Тем не менее они выжили, догадавшись вынести свои первые технологии за пределы собственного дома, пещеры, в другую среду, окружающую их жилище. Данное технологическое решение потребовало создания дополнительных транспортных коммуникаций – тропинок. Объёмы перемещений тогда были небольшими, расстояния – короткими: человек физически не может далеко переносить тяжёлый груз. Впрочем, в этом не было особой потребности – первобытные «производства» размещались вблизи пещер.

Появились первые техногенные социумы – племена. Постепенно стали формироваться нации и народы, которых объединяла общность интересов, образованных вокруг древнейших технологий. Это кардинально отличает нас, людей, например, от упомянутой цивилизации дельфинов, которая развивалась параллельно человеку, но не использовала в своём развитии какие-либо инженерные решения.

Изобретение копья примерно 500 000 лет назад [3], а в XII тысячелетии до н. э. – лука и стрелы (основного вида оружия вплоть до XVII в.) сыграло важнейшую роль в жизни наших предков. Таким оружием охотник мог убивать животных и птиц на расстоянии до 150 м. Лук и стрелы – первое сложное составное орудие, для появления которого понадобилась целая эпоха развития человеческого мышления, а также наблюдательность, наличие векового опыта, немалые умственные способности, знания о других древних изобретениях – копье, пружинных ловушках, копьеметалке и капкане.

Охотничье оружие древние люди стали использовать и в другом, уже социальном качестве, – человек избрал войну как способ реализации своей агрессивности в борьбе за территорию, еду, ресурсы и партнёра. Так появилась одна из самых первых профессий – воин, владеющий единственным мастерством: эффективно убивать других, себе подобных, с помощью изобретённых первобытными инженерами специальных орудий убийства (рубящее, колющее, ударное и др.).

Используемая нашим предком в данную эпоху жизненная энергия – солнечная, которая передаётся по пищевой цепочке от фитопланктона и зелёных растений к животным и человеку. Технологическая энергия, потребляемая древними людьми (те же дрова), – также солнечная энергия.

Население мира в 5000 г. до н. э. достигло значения 10 млн человек.

Сущность *Homo sapiens* при взаимодействии с окружающим миром стала в те времена двухкомпонентной: первая составляющая – его биологическая основа, насчитывающая около 4 млрд лет эволюции живого вещества на планете Земля; вторая – технологическая (т. е. техногенная) особенность, проявляемая в инженерной деятельности его интеллекта. Корень всех современных глобальных проблем – именно во втором компоненте человека разумного. Следовательно, это и будет далее приоритетно анализироваться.

1.2.2. Инженерная эпоха «Техносфера 1.2» (5000 лет до н. э. – последняя четверть XVIII в.)

Эпоха «Техносфера 1.2» вобрала в себя все достижения бронзовой, железной и античной эпох человеческой истории, а также Средних веков. В данный период совершены открытия, созданы прорывные изобретения и отраслевые технологии:

- добыча руды и зарождение цветной и чёрной металлургии;
- кузнечное дело и первые мануфактуры;
- соха, борона, плуг и земледелие;
- колесо, уздечка, хомут, седло и другая сбруя, повозка и гужевой транспорт, в которых использовалась лошадь, способная развить мощность порядка 5 кВт, что значительно выше, чем энергетические возможности человека;
- первые очки, микроскоп и телескоп;
- рычаг, гвоздь, заклёпка, кирпич, шестерня, болт, гайка, а на их основе – множество сложных механизмов, машин, конструкций и инструментов, в том числе для научных исследований.

Именно в эпоху «Техносфера 1.2» зародились математика, философия, физика, науки микромира и звёздного мира, парусный флот; совершены первые географические открытия, благодаря которым, собственно, люди и стали осознавать себя как человечество и цивилизация, существующая на ограниченной по размерам и ресурсам планете Земля.

Человек продолжил совершенствовать старые и создавать новые орудия для убийства себе подобных – так появились булава, палица, меч, метательные механизмы, секиры, сабли, кинжалы, рапиры, кортики и многое другое холодное оружие. Затем изобрели порох и огнестрельное оружие (стрелковое, артиллерийское и гранатомётное), а также простейшие боевые пороховые ракеты.

При образовании первых государств люди придумали армию. Войны охватывали всё большие территории и становились всё более затяжными и кровопролитными – длительность некоторых междоусобиц превышала 100 лет [4]. Количество случаев гибели людей от технократического вектора развития стало расти пропорционально этому развитию (уже в то время, когда человек ещё не придумал термин «экология»).

Изобретение живописи, пиктографии, клинописи и письменности, календаря, папируса, рукописи, бумаги и книгопечатания позволило создавать, аккумулировать и передавать зафиксированные на физическом носителе накопленные знания без необходимости прямого контакта человека с человеком, что сыграло в дальнейшем ключевую роль в развитии и становлении инженерных технологий и земной индустрии в целом.

Появление вьючного и колёсного транспорта на суше, а также парусного на реках, морях и каналах привело к образованию первой дорожной сети на планете. Уже 2000 лет назад в Европе и Азии сложилась развитая сеть коммуникаций, в том числе появились и трансконтинентальные связи: Великий шёлковый путь, царская дорога между Египтом и Персией, сообщения между Египтом, Анатолией и Месопотамией, янтарный путь между Средиземным морем и Прибалтикой, лазуритовый и нефритовый пути,

а также оловянный путь между полуостровом Корнуолл в Великобритании и Средиземноморьем.

Шумеры, изобретшие колесо, а затем и ассирийцы основали достаточно протяжённую дорожную сеть, для прокладки которой (и это около 3000 лет назад!) в армии были созданы специальные инженерные войска, а для её функционирования даже разработаны справочники-путеводители и дорожные знаки. По всему миру стала формироваться сеть гужевых дорог, вдоль них сразу же начали появляться и развиваться древние города.

На планете построили сотни тысяч километров гужевых дорог, преимущественно грунтовых. Объёмы перевозок достигли миллионов тонн в год на расстояния в сотни и тысячи километров. Однако средняя скорость перемещения (с учётом остановок на отдых) оставалась крайне низкой – меньше скорости пешехода, поэтому дальняя дорога отнимала дни, недели и даже месяцы.

Размер стихийно возникающих городов предопределялся единственным инфраструктурным критерием – транспортной доступностью [5]. Человек давно понял, что комфортнее селиться там, где всё необходимое для ежедневной жизни, работы и отдыха находится в пределах получаса пути, причём в любую погоду. Поскольку в древних городах перемещались пешком, то за полчаса можно было пройти несколько километров – именно такой размер имели Древний Рим, Афины, Иерусалим и другие города. В Средние века человек пересел на лошадь и в карету, скорость перемещения возросла, поэтому за 30 мин можно было проехать около 10 км. Следовательно, размер городов (например, Парижа, Москвы, Лондона) увеличился до подобных значений.

Используемая технологическая энергия в данный период – только солнечная: от дров и древесного угля до лошади (через корм) и парусника (через ветер).

Население мира к концу эпохи приблизилось к отметке 1 млрд человек.

1.2.3. Инженерная эпоха «Техносфера 1.3» (последняя четверть XVIII в. – начало XX в.)

Основные характеристики эпохи «Техносфера 1.3»:

- технологическая революция в текстильной промышленности (прядильные машины);
- строительство каналов, изобретение водяного, а затем и парового двигателя;
- пароходостроение;
- появление паровоза и массовая прокладка железных дорог;
- бурное развитие угольной промышленности и чёрной металлургии;
- изобретение телеграфа, первых автомобилей – паровых и с двигателем внутреннего сгорания, первых электростанций и первого электрического транспорта – трамвая и электромобиля;
- создание строительных композитов и начало глобального применения железобетона и асфальтобетона;
- открытие радиоволн и создание радио;
- появление автомобильной промышленности и начало масштабного возведения автомобильных дорог с твёрдым покрытием;
- изобретение первого трактора и начало механизации сельскохозяйственных работ;
- первый полёт на самолёте и зарождение авиации;
- бурное развитие востребованных наук – математики, физики, механики, химии, философии, биологии и др.;
- взрывной рост промышленности и городов, создание индустрии и индустриальных стран, которые и сегодня продолжают развиваться и совершенствоваться.

Добыча сырья для строительства, промышленности и транспорта превысила 1 млрд тонн в год (камень, глина, песок, руда, уголь, нефть и др.).

Население мира приблизилось к отметке 2 млрд человек.

Стала расширяться сеть дорог, произошли качественные изменения в инфраструктурной логистике: протяжённость железных и грунтовых дорог превысила 10 млн км; увеличилась и средняя скорость перемещения на железной дороге – она значительно превзошла скорость пешехода.

Мощность тепловых машин, использующих ископаемое топливо, достигла тысяч киловатт у паровозов и десятков тысяч – у пароходов (например, у «Титаника» – 55 000 л. с.). Ежегодный выпуск таких машин, включая автомобили, быстро вырос и превысил 1 млн шт.

Началось бурное развитие индустрии и обслуживающих её городов, расположенных вдоль железнодорожных путей. Возросли объёмы перевозок – свыше 1 млрд тонн в год. Масштабы строительства, причём «киркой и лопатой», поражают даже сейчас.

Так, пока в России решали, строить или не строить Транссибирскую магистраль Санкт-Петербург – Москва – Владивосток (Министерство транспорта предлагало альтернативу: развивать гужевой транспорт в центральной части России), в США за 15 лет (с 1880 по 1895 г.) возвели более 20 подобных «транссибирских магистралей» – 187 000 км железных дорог, заложив фундамент самой мощной экономики мира [6].

Под дороги, инфраструктуру и промышленность отводилось всё больше плодородной земли, которая изымалась из биосферных процессов и на которой впоследствии не росли зелёные растения и не вырабатывался кислород, так необходимый для жизни. Стали увеличиваться объёмы индустриальных отходов, выбрасываемых в биосферу. Обозначились проблемы региональной экологии, обусловленные промышленностью и транспортом, – от вырубки лесов на прилегающих территориях до терриконов и смога в промышленных городах. Появились транснациональные корпорации и богатые люди, способные сконцентрировать в своих руках огромные ресурсы для получения прибыли из инженерных технологий, в том числе социально-экономических и военно-политических. Это стало основным критерием развития как отдельных предприятий и организаций, так и большинства стран.

Используемая в данную эпоху технологическая энергия – только солнечная: от дров, угля и нефти (невозобновляемые источники) до ветряных мельниц и гидроэлектростанций (возобновляемые источники).

1.2.4. Инженерная эпоха «Техносфера 1.4» (начало XX в. – третья четверть XX в.)

Основой для эпохи «Техносфера 1.4» послужили:

- производство и прокат стали;
- развитие тяжёлого машиностроения;
- строительство гигантских гидро-, тепло- и атомных электростанций, транснациональных линий электропередач;
- промышленное освоение продуктов неорганической химии и начало химизации сельского хозяйства;
- массовое развитие автомобилестроения;
- становление авиации и авиационной промышленности.

Были изобретены атомная и водородная бомбы, а также мощные многоступенчатые ракеты-носители для них на твёрдом и жидком топливе. Бурными темпами стала развиваться ракетно-космическая отрасль как в военных, так и в мирных целях.

Реализованы прорывные технологии:

- первый искусственный спутник Земли, после чего человек впервые за всю историю существования отправился в ближний космос и смог побывать на Луне;
- телевидение и электроника.

Получили дальнейшее развитие и совершенствование двигатели внутреннего сгорания и автомобилестроение, авиационная и кораблестроительная отрасли, цветная металлургия, производство синтетических материалов и композитов, продуктов органической химии, добыча и переработка нефти.

Началось масштабное строительство автомобильных дорог. Как следствие, резко вырос выпуск новых транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания: автомобилей (легковых и грузовых – их стали производить десятками миллионов в год), судов (в том числе на воздушной подушке и подводных крыльях), самолётов, вертолётов, экранопланов и экранолётов, а также ракет-носителей.

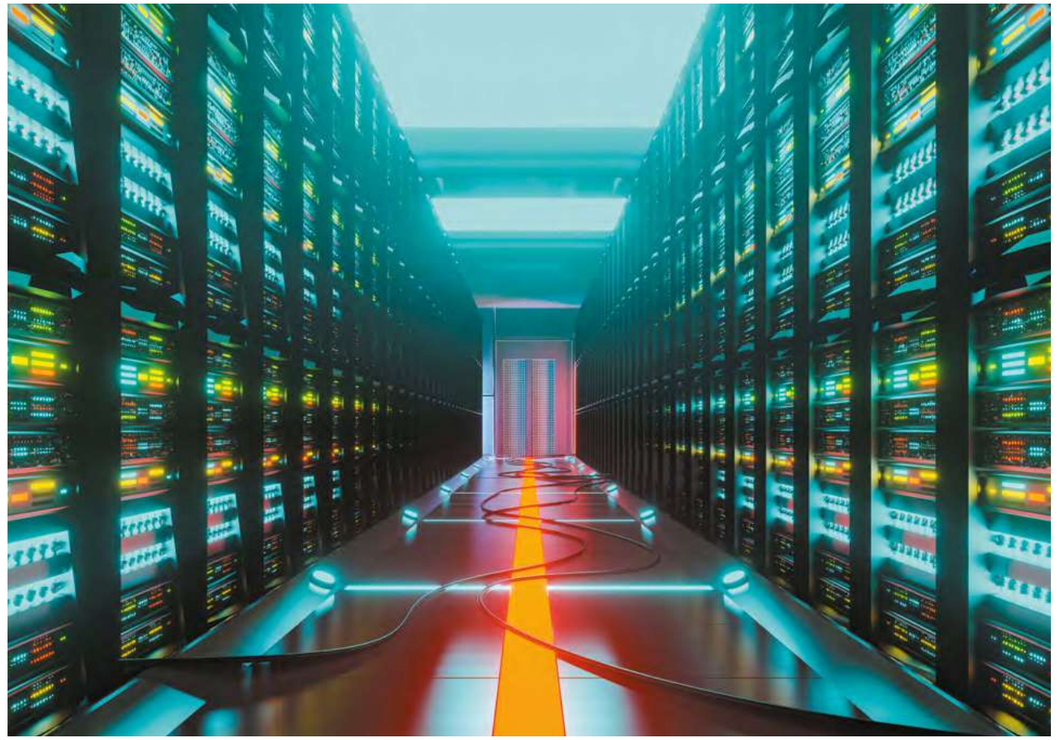
Появились «одноэтажная Америка» и ипотека, позволяющие среднему классу жить в десятках километров от города, но работать в нём благодаря увеличению средней скорости движения по автомобильным дорогам – она уже в 5–7 раз превышала скорость пешехода. Автомобиль становится доминирующим транспортным средством на планете, так как в отличие от железной дороги он способен работать «от двери до двери» и его может приобрести каждая семья или даже отдельный обеспеченный человек.

Стремительное развитие всех отраслей индустрии – от сельского хозяйства и бытовой химии до электроники и автомобилей – происходило с единственной целью: получение прибыли путём удовлетворения всё возрастающего и специально культивируемого потребления техногенных продуктов и услуг (включая продукты питания) новой разновидностью человека технократического – человека потребляющего.

Быстрый рост новой разновидности техногенных работодателей – транснациональных корпораций и олигархов, ориентированных исключительно на прибыль, – обусловил формирование у них новых целей и задач: ограничение пределов роста земной цивилизации, в том числе путём устранения «лишних ртов». Так возникла теория «золотого миллиарда». О ней – позже.

Бурное разрастание городов и мегаполисов привело к увеличению численности населения мира до 5 млрд.

Развитие технологий и транспорта – железнодорожного, автомобильного и авиационного – позволило создать во многих странах мощную военную промышленность. Были развязаны две мировые войны, самые кровопролитные в истории человечества, в результате которых не только на фронте, но и в тылу погибли около 200 млн людей. Это стало видимым проявлением античеловечных действий окончательно сформированной так называемой «глубинной власти». Технический прогресс через деструктивные силы начал наносить всё более ощутимый ущерб техногенной цивилизации, его породившей.



Мощность оборудования и машин, работающих на топливе, продукты горения которого выбрасывались в окружающую среду (в основном в атмосферу), достигла значений: у самолётов – десятки тысяч киловатт, у электростанций – миллионы, а у тяжёлых ракет-носителей – свыше 100 млн.

Используемая в данную эпоху технологическая энергия – преимущественно солнечная: от угля и нефти до гидро-, ветро- и солнечных электростанций. Однако появился и новый источник энергии – ядерное топливо, т. е. звёздная энергия, так как все тяжёлые химические элементы (углерод, кислород и др.), в том числе радиоактивный уран, могли образоваться только при взрыве сверхновых звёзд – такова судьба эволюции многих светил в нашей Вселенной. Именно поэтому и наша планета, и мы, люди, состоим из «звёздной пыли».

1.2.5. Инженерная эпоха «Техносфера 1.5» (третья четверть XX в. – первая четверть XXI в.)

Перечислю основные достижения эпохи «Техносфера 1.5»:

- бурное развитие электронной промышленности;
- создание микрочипов, микроэлектронных компонентов и персональных компьютеров;
- появление и масштабное распространение интернета и мобильной связи;
- интенсивное развитие оптико-волоконных средств связи и телекоммуникаций;
- разработка сложного компьютерного программного обеспечения;
- широкое распространение роботостроения;
- масштабное производство и переработка природного газа;
- всестороннее оказание информационных услуг;
- появление 3D-печати и искусственного интеллекта.

Далее я предлагаю разобраться в природе и возможностях такого явления как инженерия, а после вернуться к путешествию во времени и, исходя из него и сегодняшних реалий, попытаться спрогнозировать возможные варианты для земной человеческой цивилизации на будущее.

2. Положение дел в первой четверти XXI в.

2.1. До чего дошёл мир, созданный, но не управляемый инженерами

Итак, практически всё, что составляет основу нашей цивилизации, создано инженерами. Однако управляется этот мир другими – теми, кто во главу угла ставит личное обогащение; теми, кто наивно полагает, что в ситуации, когда Земля будет находиться на грани гибели, их спасут деньги. Они уверены, что вместе со своими семьями смогут укрыться на личных островах, в подземных бункерах, на подводных лодках и в самолётах с противоракетной защитой. Но они ошибаются. Биосфера планеты – одна большая комната, лишённая даже перегородок; прятаться негде.

Количество проживающих на Земле превысило 8 млрд человек. Происходит ускоренная урбанизация, наблюдается срастание городских агломераций в мегаполисы более 10 млн жителей каждый. Сегодня на планете известны 33 таких мегагорода, из них шесть насчитывают более 20 млн человек. Городское население стало преобладать над сельским (превысило отметку 50 % в 2007 г.). Данное время отмечено зарождением новой разновидности «человека-технопотребителя» – «человека асфальта и смартфона», у которого атрофирована связь с Живой Природой, породившей и вырастившей его.

Стремительными темпами продвигается строительство автобанов, развивается сеть высокоскоростных железных дорог – общая протяжённость всех дорог мира, включая грунтовые, составляет около 65 млн км [7] (из них более 35 млн – с твёрдым покрытием). На планете оказались «закатанными» в асфальт и «похороненными» под шпалами почвы, общая площадь которых превысила площадь Великобритании в пять раз. Почвы, прилегающие к дорогам, на территории в 10 раз большей, деградированы. Они загрязнены продуктами горения топлива, износа шин и асфальта, антиобледенительными солями, содержащими более 100 канцерогенов, а также отходами, связанными с сопутствующими производствами – нефтеперерабатывающими, химическими и асфальтобетонными заводами, кладбищами старых автомобилей и автомобильных шин и многим-многим другим, одно перечисление чего займёт несколько страниц текста.

На дорогах появляются многочасовые и многокилометровые пробки. Как следствие, резко падает средняя скорость движения в мегаполисах (до скорости пешехода), возникает загазованность, образуется смог, состоящий из смеси выхлопных газов, продуктов износа шин и асфальта, а также промышленных газообразных и пылевых отходов. Началось резкое понижение качества жизни в городах, в том числе из-за ухудшения транспортной доступности. Дорога на работу и с работы во многих городах мира отнимает основную часть свободного времени – до 3–5 часов ежедневно. В ряде городов без маски стало небезопасно выходить на улицу (ещё до пандемии коронавируса).

Инженерные технологии объявили войну техногенной цивилизации, неразумно их использующей, в чём ни сами технологии, ни инженеры, их создавшие, не виноваты. Транспорт в этом невидимом конфликте – самое опасное изобретение за всю историю развития техники. Только на автомобильных дорогах мира в настоящее время ежегодно погибают приблизительно 1,5 млн человек (часть из них умирает в больницах от поставарийных травм и поэтому не попадает в традиционную статистику), а более 10 млн получают травмы, становятся инвалидами и калеками. Это лишь прямой очевидный ущерб, лежащий на поверхности. В локальных войнах, которые не прекращались ни на один миг на планете, а также от техногенных катастроф и деятельности террористов ежегодно гибнет в несколько раз меньше людей. Если же случится третья мировая война с применением ядерного оружия, способного принести неисчислимые беды и потери для человечества, то в огромном количестве жертв тоже будет виноват транспорт. Ядерные боеголовки доставят и сбросят на мирные города с помощью транспортных средств (ракеты, самолёты, корабли и подводные лодки), изобретённых инженерами.

В XXI в. происходит всё более масштабное применение минеральных удобрений и ядохимикатов в сельском хозяйстве, что приводит к катастрофическому ухудшению биогеоценоза почв и продуктов питания, выращенных на них. По своей биологической сути пища является не столько источником энергии, сколько строительным материалом для клеток, органов и организма в целом – наши клетки в среднем живут около полугода, затем умирают и выводятся из организма, а на их месте возникают новые. При этом такой строительный материал должен содержать более 80 химических элементов в виде огромного многообразия органических соединений, взятых растениями из живого и плодородного гумуса почв. Однако деградированная почва не может дать того, чего в ней нет. Именно поэтому человечество стало всё шире применять биологические «костыли» – генно-модифицированные продукты и БАДы (биологически активные добавки). Фактически начался пищевой геноцид человечества в угоду лёгкой наживы – ведь на этом можно сколачивать огромные капиталы.

Произошёл мощный подъём фармакологии. Для получения прибыли не нужны здоровые люди, так как на хронически больном пациенте можно больше заработать. Стали бурно развиваться генные технологии. Человек как инженер взялся за «улучшение» живых организмов. При этом из-за ограниченности своих знаний и ума люди не только не способны понять устройства того, что ими «улучшается», но и не в состоянии предвидеть отдалённые результаты подобной деятельности и тот вред, который может быть нанесён человечеству в будущем (как пример, распространение коронавируса; и в свете сказанного не важно, природного или искусственного он происхождения).

Идёт формирование идеологии несущей ёмкости планеты, якобы уже превышенной. Пересматриваются и смещаются цивилизационные ценности в область максимизации потребления новых и избыточных материальных благ (новый дом, новая машина, новый компьютер, новый смартфон, новая одежда, новая обувь и др.), а также новых услуг: транспортных (постоянное увеличение протяжённости дорог и дальности поездок на личном транспорте), энергетических (строительство всё новых и новых тепловых электростанций, в том числе атомных) и информационных (интернет, мобильная связь, телевидение, массовая цифровизация).

Повсюду культивируется переход потребителей из материальной в виртуальную цифровую реальность – там проще заработать большую прибыль. Кроме того, создаётся культ эмоционального маркетинга, что повернуло вектор избыточного потребления в информационную составляющую: рынок стал продавать не сам товар, а эмоцию. Данный подход резко снизил качество товаров. Зачем делать надёжный и долговечный автомобиль или смартфон, если через год-два потребитель купит новый? Зачем реконструировать старое здание, если проще снести его и построить другое, причём более низкого качества? Это пропорционально увеличило ресурсоёмкость всех отраслей индустрии и усилило техногенный гнёт на биосферу.

Повсеместная цифровизация общества усугубляет глобальные проблемы человечества, так как любая цифра опирается на материальный компонент техносферы. В частности, на поддержку глобальной сети биткоина уже тратится мощность двух электростанций, подобных Чернобыльской АЭС [8].

Для обеспечения функционирования интернета и мобильной связи на околоземную орбиту запущены более 5000 спутников. Илон Маск планирует вывести на орбиту ещё более 40 000 спутников, что потребует около 700 стартов тяжёлой ракеты-носителя Falcon 9 с 60 мини-спутниками на борту [9]. А ведь это нанесёт колоссальный ущерб земной биосфере и озоновому слою планеты.

Эпоха декларативно провозглашается веком экономии ресурсов (энергетических, сырьевых, минеральных, пространственных, финансовых, трудовых, временных, продовольственных и др.) без системного понимания главного: что, зачем, почему и как экономить. Так, за столетие население планеты выросло в шесть раз, а ВВП – в 20 раз, что многократно повысило спрос на некоторые ресурсы [10].

Вместе с тем человечество вступило в эпоху дорогих ресурсов – эпоха низких цен осталась в прошлом. Увеличение на планете среднего класса на 3 млрд человек за 20 лет усилит спрос на новые ресурсы, а поиск других источников минерального и энергетического сырья, энергии, пищи и воды будет затруднён и слишком дорог.

Дефицит или повышение цен на один тип ресурсов перекинется на другие. Попытка удовлетворения прогрессирующего спроса путём пропорционального роста производства потребует инвестиций в мировую экономику более 10 трлн USD ежегодно [11]. Это может стать ещё одним трамплином к точке невозврата земной техногенной цивилизации.

В то же время в качестве главного потребительского ресурса не рассматриваются услуги, среди которых основными являются транспортно-логистические – ведь без них наша цивилизация существовать не сможет. Мало кто проводит оптимизацию данных услуг – самых экологически опасных, затратных и ресурсоёмких.

Дороги и инфраструктура, электростанции и линии электропередач, спутники связи и интернет созданы для обеспечения человечества качественно новыми коммуникациями – транспортными, энергетическими и информационными услугами. Эти услуги в инженерной теории могут быть значительно более эффективными, доступными, экономичными, экологичными и менее затратными (менее ресурсоёмкими), а также быть нацеленными на максимальную экономию самого ценного и невозобновляемого ресурса у человека – времени. На практике же они не выполняют этой роли и всё происходит наоборот.

Используемая в XXI в. технологическая энергия – в основном солнечная (уголь, нефть, гидро-, ветро- и солнечные электростанции, др.) и звёздная (ядерное топливо). У инженеров появилась мечта: использовать энергию сингулярности – энергию термоядерного синтеза (топливо для него – лёгкие химические элементы, в том числе водород, – образовалось около 14 млрд лет назад при Большом взрыве [12]). Однако нет решений с применением данного вида энергии, хотя в разработку этой технологии, начиная с 1950-х годов, уже вложены десятки миллиардов долларов.

Эта мечта, на которую человечество затратило 70 лет (например, столько же времени просуществовал СССР) и десятки миллиардов долларов, с инженерной точки зрения бесперспективна, так как уже реализована в природном термоядерном реакторе – Солнце. В отличие от Чернобыля и Фукусимы, на Солнце не произошло ни одной аварии за 5 млрд лет «эксплуатации»; не будет их и в последующие 5 млрд лет [13]. Преобразовывать же в электричество полученную на Солнце энергию синтеза гораздо проще, чем произведённую в токамаке (рукотворный термоядерный реактор), поэтому солнечными электростанциями человек пользуется уже давно, а вот заработают ли когда-нибудь токамаки – большой вопрос.

Окидывая взглядом весь инженерный пройденный путь, можно увидеть: развитие человечества осуществлялось рывками. По большому счёту, значимых сдвигов всего два. Первый – это неолитическая революция (приручение животных, добыча огня, изобретение орудий труда, а также простейших механизмов и устройств – колеса и оси, клина, рычага, наклонной плоскости, винта и блока). За короткое время был обеспечен колоссальный прорыв цивилизации, а затем мы долгое время развивались не интенсивно (качественно), но экстенсивно (количественно).

Вторая революция, если говорить в общих чертах, связана с открытием в инженерии научного метода и научного подхода. Данный этап обеспечил ещё более резкий и радикальный сдвиг, однако, судя по всему, также имеет свои пределы качественных преобразований. Мы могли бы и дальше развиваться количественно, но силы, пробуждённые во время второго скачка, прежде всего индустриальные, не позволяют надеяться на это. При сохранении тех же подходов наша техногенная цивилизация достаточно быстро погибнет – в мучениях и конвульсиях.

Оставаться на месте в цивилизационном смысле – едва ли выполнимая задача, хотя о подобном всерьёз думают и всерьёз говорят. Предлагается концепция «нулевого роста», нулевого воздействия на окружающую среду и тому подобное. Однако существует общечеловечески и общефилософски понятное и принимаемое нами противоречие этих программ: то, что не растёт, – гибнет.

В XXI в. для нашей человеческой цивилизации может быть поставлена последняя точка в эксперименте, продолжающемся на Земле уже тысячи лет, аналогичном опыту в чашке Петри, только не в локальной, а в планетарной экосистеме. За короткое время съев ограниченные ресурсы и загрязнив всё пространство отходами своей жизнедеятельности, плесень неизбежно погибает. Главная причина – в чашке отсутствуют круговороты веществ, энергии и информации, а также не существуют трофические (пищевые) цепи, когда один вид живых организмов питается другими видами и их отходами. В результате схожих процессов, идущих на планете непрерывно в течение вот уже миллиардов лет эволюции, и происходит образование главных биосферных отходов – почвенного гумуса и атмосферного кислорода. Мёртвая чашка Петри возвращается в своё исходное мёртвое состояние согласно второму закону термодинамики – возрастанию энтропии любой замкнутой системы.

2.2. Социальная инженерия и псевдопроблема перенаселения планеты

Критическое состояние экологии и ограниченное количество ресурсов заставляют власть и бизнес направлять инженеров по пути разработки и массового внедрения систем, служащих интересам лишь определённого круга людей. Руками инженеров выстраивается будущее, в котором могут быть подвергнуты геноциду более 7 млрд людей. Новые разработки призваны затормозить развитие, ослабить здоровье, сократить рождаемость и др. Инженеры не напрямую, но косвенно используют свои знания и умения на создание орудий массовых убийств. По сути, они оказываются в ситуации тех специалистов, которые проектировали крематории и газовые камеры в концентрационных лагерях. Мотивы, диктуемые и навязываемые сверху, также очень похожи. Речь снова заходит о борьбе за жизненное пространство.

На Земле почти не осталось мест, где бы не ступала нога человека. Население планеты постоянно увеличивается, в то время как популяции и разнообразие других видов живых существ, наоборот, сокращаются. Учёные заявляют, что растущий уровень потребления ресурсов приводит к исчерпанию ёмкости природной среды. Некоторые утверждают, что в ближайшем будущем это станет причиной необратимых последствий – экологических катастроф, войн, голода, а возможно, и полного исчезновения человека как вида. Но так ли это в действительности? Достигли ли мы пределов возможного роста? Или кто-то пытается убедить нас в этом? В чём состоит проблема перенаселения? Какова история её изучения? И что скрывается за ней?

В 1798 г. англичанин Томас Мальтус анонимно публикует небольшую книгу «Опыт закона о народонаселении». Учёного-священника интересуют два вопроса:

1) какие причины задерживают развитие человечества и возрастание его благосостояния;

2) как можно устранить эти причины.

Ответ, который даёт Мальтус, поражает современников своей простотой и цинизмом. Причина «состоит в проявляющемся во всех живых существах постоянном стремлении размножаться быстрее, чем это допускается находящимся в их распоряжении количеством пищи» [14]. В отсутствие войн и болезней человечество воспроизводится слишком быстро. Его количество растёт в геометрической прогрессии, в то время как увеличение продуктивности земледелия может происходить только в арифметической прогрессии. Когда число людей превышает способность земли кормить их, происходят бунты, войны и прочие потрясения. Именно это обстоятельство препятствует развитию общества и улучшению жизни людей.

Сколько бы продуктов люди ни производили, едоков всегда будет становиться ещё больше. Дело могло бы исправить нравственное воздержание, но простолюдины, составляющие большинство, на подобное не способны. Из чего следует, что разумный правитель, желающий мира и спокойствия для своих граждан, должен удерживать их в полуголодном состоянии, не давая больше, чем необходимо для поддержания жизни. Милосердие к бедным приведёт лишь к увеличению их количества. Задача состоит не в том, чтобы изыскать возможность прокормить избыточное население, а в том, чтобы тем или иным способом значительно сократить его число.

Классический пример, использовавшийся сторонниками учения Томаса Мальтуса для подтверждения его правоты, – голод в Ирландии. В 1844 г. занимавший более трети полей страны картофель был поражён паразитами. Собранного урожая хватило, чтобы пережить зиму, но на следующий год ситуация ухудшилась. Ирландцам пришлось сажать больные или низкокачественные клубни. Новый урожай был ещё хуже предыдущего. Фермерам нечем стало платить рабочим. Землевладельцы посчитали, что им выгоднее пасти на своих ирландских землях скот, чем сдавать их в аренду крестьянам, в сложившихся условиях неспособным платить. Более 2 млн крестьян-арендаторов были выгнаны с этих земель, оказавшись без источника существования.

Люди шли в города, но там сталкивались с другими проблемами. Правительство пыталось обеспечить возможность хоть какого-то дохода, нанимая наиболее выносливых на строительные работы. Однако зима 1846–1847 гг. выдалась на редкость холодной, и труд на открытом воздухе стал невозможен [15]. Деньги, выделенные на помощь беднякам, за два года несчастий исчерпались. Начались эпидемии. Людей косил сыпной тиф, дизентерия, цинга. Более миллиона умерли от голода и болезней. Ещё столько же эмигрировали в Канаду и США на старых утлых кораблях, которые прозвали «плавучими гробами». В скученности, без лекарств и достаточного количества пищи до Нового Света добирались только 8 из 10 отправившихся через океан в путь длиной 5000 км. В общей сложности население Ирландии уменьшилось в два раза – с 8 млн до 4 млн. В качестве главной причины произошедшего поклонники Томаса Мальтуса называли перенаселение, якобы и приведшее к тому, что неурожай обернулся голодом.

Учение Томаса Мальтуса оказало ощутимое влияние на экономическую науку и мировую политику. Утверждается даже, что теория Дарвина могла быть вдохновлена этими идеями. По крайней мере, суть общепринятого сегодня взгляда на эволюцию природы совпадает с тем, что было высказано Мальтусом в отношении развития общества: «На всех не хватит!» А потому конфликт есть наиболее глобальное и глубинное явление, истинная движущая сила жизни во всех её проявлениях.

В отношении общества такая концепция представлена в социал-дарвинизме. Борьба, естественный отбор и выживание наиболее приспособленных организмов – основные понятия доктрин подобного рода. В новейшей истории под влиянием мальтузианства и социал-дарвинизма сформировалась идея Гитлера о «жизненном пространстве», ставшая одним из главных триггеров завоевательной политики Третьего рейха.

Если в Германии в 1871 г. на 1 км^2 проживали 56 жителей, то в 1910 г. – 120. До Первой мировой войны страна постоянно испытывала дефицит в сельскохозяйственном производстве: 28 % – нехватка белка, около 20 % – нехватка по калориям; кризисы снабжения продуктами питания продолжались и в 1930-е годы, превратившись для Гитлера в настоящий кошмар.

«Ежегодный прирост народонаселения в Германии составляет 900 000 человек, – писал германский фюрер на страницах «Майн Кампф». – Прокормить эту новую армию граждан с каждым годом становится всё сложней. Эти трудности неизбежно должны будут когда-нибудь кончиться катастрофой, если мы не сумеем найти путей и средств, чтобы избегнуть опасности голода... Итак: либо завоевание новых земель в Европе, либо колониальная и торговая политика... Самым здоровым путём был бы, конечно, первый из этих двух путей. Приобретение новых земель и переселение туда излишков населения имеет бесконечно много преимуществ, в особенности, если говорить не с точки зрения сегодняшнего дня, а с точки зрения будущего» [16].

Основоположница теории тоталитаризма Ханна Арендт считала, что расистская идеология Гитлера напрямую вытекает из дарвинизма, в свою очередь связанного с идеями Мальтуса. В самом деле, если суть всех общественных и исторических процессов состоит в борьбе между их участниками за ограниченные средства существования, то рано или поздно одна из сторон, представленная народом, классом, расой или какой-либо ещё группой людей, провозгласит себя избранной, по какой-то причине изначально превосходящей другую, а следовательно, более достойной выживания. Именно дарвинизм в силу своей видимой нейтральности, обязательной для науки, узаконивает старую, понятную всем доктрину «сила есть право». Таким образом, научно обосновывалось:

1) во внешней политике – право отнимать ресурсы и территории у других народов;

2) во внутренней политике – право отнимать имущество и землю у представителей оказавшейся в немилости части общества: класса, этнических или религиозных групп.

В дальнейшем под запрос общества на перераспределение ограниченного количества благ подстраивались сложные идеологические конструкции, тиражируемые пропагандой. Они настолько глубоко укоренились в сознании людей, что некоторые евреи, например, готовы были принять свою расовую неполноценность и смерть как нечто необходимое для блага общества. Они послушно выстраивались в очереди в газовые камеры и под дула пулемётов, хотя не могли не догадываться, а порой и знали точно, что их ожидает. История показала весь ужас подобных убеждений и вместе с тем опровергла их.

Страхи Гитлера перед ожидающимся в перенаселённой Германии голодом, стоившие жизни десяткам миллионов, оказались напрасными. В 1950–1960-е годы в Европе происходит так называемая Зелёная революция [17], связанная с выведением более продуктивных сортов растений и их внедрением в производство, расширением орошения, применением удобрений, пестицидов, использованием современной техники. После этого всего лишь 4–5 % немцев-фермеров смогли обеспечивать потребности

страны в продуктах питания более чем на 70 %, при этом их доля в валовом национальном продукте по сравнению с довоенными временами ничтожно мала. С другой стороны, вторая половина XX в. – период резкого возрастания неравенства между бедными аграрными и богатыми индустриальными странами. На этом фоне учение Томаса Мальтуса не только не исчезает с интеллектуального горизонта, но, напротив, обретает вторую жизнь в виде неомальтузианства.

Неомальтузианством называют продвижение мер по ограничению рождаемости, предпринимаемых многими современными государствами. Сюда же относят массовое внедрение контрацепции и легализацию абортов, с начала XX в. пропагандируемую различными общественными организациями по всему миру. Важную роль в этой работе играли представительницы движения за права женщин в Европе, США, Японии. Среди наиболее известных неомальтузианцев можно назвать Майкла Постана, Карло Чиполлу. По их убеждению, социальные и экономические конфликты – следствие демографической перегрузки. Возникает понятие перенаселения планеты.

В 1972 г. по заказу Римского клуба, объединяющего представителей мировой финансовой, политической, культурной и научной элиты, специалистами Массачусетского технологического института готовится знаменитый доклад «Пределы роста» [18]. Его цель – определение возможных границ экономического и демографического роста цивилизации ввиду того, что природные ресурсы планеты не бесконечны. Главный итог – тезис о необходимости сокращения прироста населения для решения глобальных проблем. На основании отчёта возникает концепция «золотого миллиарда». Согласно ей именно столько человек могут жить на Земле, не нанося ей непоправимого урона. Остальные должны либо исчезнуть, либо жить на грани бедности, будучи социально и экономически изолированными от «избранных». В этот же период возникает понятие «мальтузианская ловушка» – ситуация, когда рост населения обгоняет рост производства средств существования.

Страшный пример, приводимый как иллюстрация к понятию мальтузианской ловушки – геноцид в Руанде в 1994 г., в результате которого было убито около миллиона человек [19].

Руанда – одна из самых густонаселённых стран Африки. При этом сельское хозяйство там до сих пор ведётся примитивными методами, почти без использования механизации. Больших урожаев добиться не получается, даже несмотря на изначально высокую плодородность почв.

Вот как описывает ситуацию авторитетный американский учёный Джаред Даймонд: «Вся страна напоминала огород и банановую плантацию. Крутые холмы были возделаны до самых вершин. Не применялись даже элементарные меры, способные свести к минимуму эрозию почвы… В результате почва во многих местах поражена эрозией, реки несут тяжёлые массы грязи. Один житель Руанды писал мне: «Проснувшись наутро, фермер может обнаружить, что весь его участок (или, по крайней мере, почвенный слой вместе с урожаем) за ночь смыло или же участок соседа смыло на его землю». Вырубка лесов привела к высыханию рек и неравномерному выпадению осадков. В конце 1980-х годов снова появилась угроза голода. В 1989 г. из-за засухи, возникшей в связи с региональным и глобальным изменением климата и вырубки лесов, проблема дефицита продуктов питания стала особенно актуальной» [20].

Несмотря на то что в этой стране возделывается практически каждый квадратный метр, «средний размер фермы составлял всего лишь 0,89 акра (0,36 га) в 1988 г. и уменьшился до 0,72 акра (0,29 га) в 1993 г. Каждая ферма была разделена на 10 (в среднем) отдельных земельных участков, так что фермеры возделывали жалкие клочки земли, размеры которых в среднем составляли только 0,09 акра в 1988 г. и 0,07 акра в 1993 г.» [20]. Эти усреднённые цифры, показательные сами по себе, скрывают огромное количество проблем. Естественно, во-первых, земля не распределялась поровну. Возникало социальное неравенство, возраставшее с течением времени. Однако и бедные, и богатые в этой стране почти ничего не имели. Ферма площадью всего 1 га считалась очень большой. Размеры маленьких ферм доходили до 24 соток – это крайне немного на семью при отсутствии механизации и нещадном истощении земли из года в год. Ведь считается, что минимальное количество земли, необходимое для того, чтобы прокормить одного человека, – шесть соток. При этом бедные фермеры с маленькими участками в основном не имели дополнительного дохода (торговля, распилка деревьев, изготовление и продажа кирпича, работа на стройке и др.).

Из-за отсутствия в общине свободных земель молодёжь не могла покидать семью и обзаводиться собственным хозяйством. К 1993 г. 100 % мужчин в возрасте 20–25 лет продолжали жить с родителями. В среднем с одной такой фермы кормились 5–6 человек, получая не более 77 % от необходимого (по самым скромным руандийским стандартам) количества калорий. Почти половина населения страны существовала на грани голодной смерти. Возникало и множество других точек напряжения в обществе. Родители оказывались не способны обеспечить своих детей, а те в свою очередь конфликтовали друг с другом за право на земельные участки, постоянно вспыхивали ссоры из-за наследства, сложными были отношения между соседями.

На фоне всего этого десятилетиями длился классово-этнический конфликт между двумя населявшими Руанду народами (хуту и тутси), сопровождавшийся периодическим кровопролитием. С началом гражданской войны напряжение между ними достигло своей кульминации и вылилось в массовые убийства, совершавшиеся с большой жестокостью. И хотя формально агрессия носила характер геноцида против тутси, но на деле всё было иначе. Снова процитируем Джареда Даймонда.

«Различие между хуту и тутси вовсе не является настолько резким, как принято думать. Два народа говорят на одном языке. Они ходили в одни и те же церкви, школы, бары, могли жить вместе в одной деревне, подчиняясь тому же самому вождю, работать в одном офисе. Хуту и тутси заключали смешанные браки и иногда (перед тем, как бельгийцы ввели удостоверения личности) меняли свою этническую принадлежность. Несмотря на то что хуту и тутси в среднем выглядят по-разному, многих их представителей невозможно отнести к тому или иному народу, основываясь только на внешности. Около трети жителей Руанды имеют смешанные корни… Эта интерградация послужила причиной десятков тысяч личных трагедий во время массовых убийств 1994 г., когда этнические хуту пытались защитить своих супругов, родственников, друзей, коллег, покровителей, которые принадлежали к народу тутси, или выкупить их у убийц. Оба народа настолько смешались в руандийском обществе, что в 1994 г. врачи убивали своих пациентов, пациенты – врачей, учителя – учеников и наоборот, соседи, сослуживцы – все убивали друг друга. Хуту убивал тутси, в то же самое время защищая других тутси. Мы не можем не задаваться вопросом: как при таких условиях многие жители Руанды могли поддаться влиянию экстремистских лидеров и уничтожать один одного с крайней жестокостью?» [20]. Ответ учёного состоит в том, что Руанда оказалась в мальтузианской ловушке, из которой так или иначе необходимо было выходить.

Однако Джаред Даймонд признаёт, что сама по себе демографическая ситуация не привела бы к таким ужасающим последствиям, как геноцид. Захватившая власть элита хуту использовала бедственное положение людей и накопившиеся обиды между ними для того, чтобы укрепить свои позиции. Они прибегали к самым различным инструментам, включая намеренные провокации и, конечно, пропаганду. Последняя возымела настолько сильный эффект, что, как и в гитлеровской Германии, люди впоследствии принимали трагедию как некую необходимость и находили ей тысячи объяснений. Даймонд приводит цитату местного жителя, потерявшего в ходе геноцида жену и четверых детей. По его мнению, причиной стал не приказ купающейся в роскоши «элиты», борющейся за власть, а то, что «люди, чьи дети вынуждены были ходить в школу босиком, убивали тех, кто мог купить своим детям обувь» [20]. Однако подобного не случилось бы, если бы власть не вооружила одну часть общества против другой и не узаконила убийства. Поэтому отсылка к мальтузианству, как и в случае с голодом в Ирландии, и с угрозой голода в Германии, – не более чем попытка оправдания противоестественной жестокости естественными причинами.

В некоторых европейских странах плотность населения находится примерно на том же уровне, что и в Руанде, а, например, в Монако и Сан-Марино существенно превышает. По данным на 2018 г. в Руанде на 1 км^2 приходится почти столько же людей, как в Нидерландах. В африканской стране – 420 человек, в одном из процветающих европейских государств – 402. Выходит, что дело вовсе не в количестве людей и земли, на которой они проживают. В современном мире, а тем более в будущем этот фактор продолжит играть важную роль, но может быть в значительной мере компенсирован другими обстоятельствами. Решающими оказываются техническая оснащённость, экономическое и политическое устройство общества.

О том, что причиной социальных бедствий выступают не количественные территориально-демографические условия, а способы производства и распределения продукции, говорил ещё Карл Маркс. Анализируя голод в Ирландии, он видел основную причину не в том, что в стране было слишком много людей, а в том, что землевладельцы попросту выгнали людей с земли, посчитав, что так для них будет выгоднее. Однако в результате сокращения населения страны почти в два раза ирландцы не стали жить существенно лучше. По мнению Маркса, капитализм делает избыточной значительную часть рабочего класса и приводит к обнищанию пролетариата даже без роста населения. Увеличение резервной армии безработных – необходимое условие капиталистического производства, так как этим создаётся давление на рабочих, вынуждая их продавать свой труд по минимальной цене, что позволяет владельцам производств получать большую прибавочную стоимость продукции и наращивать капитал.

Убедительные аргументы против мальтузианской теории предложили представители так называемой новой институциональной школы. Анализируя причины устойчивого

экономического развития в европейских странах, когда увеличение населения сопровождалось улучшением уровня жизни и ростом доходов, они пришли к выводу, что основная причина этого состоит в изменении способа распределения результатов труда. По их представлениям, случившаяся в XVI в. в Великобритании эпидемия чумы не только сократила количество людей, но и ослабила институты крепостного права. Крестьяне смогли оставлять себе больше урожая, чем ранее. Затем, после Славной революции 1688 г., Англия перешла на путь развития плюралистических институтов, что позволило простым людям участвовать в управлении страной и получать доходы от своих предприятий (в том числе и от патентов на изобретения). Именно это стало причиной начала индустриализации, в результате которой законы, открытые Томасом Мальтусом, перестали работать.

Мальтузианская теория оказалась верна только для обществ, в которых значительная часть доходов присваивается маленькой группой людей, составляющих «элиту». В таких условиях большинство людей никак не заинтересованы в увеличении производительности труда. Продукт всё равно будет присвоен другими. Только справедливая (хотя бы относительно) система распределения может заставить массы трудиться более эффективно. В этом случае создание условий, мотивирующих производить больше продукции, ведёт к постоянному увеличению эффективности работы, а рост населения не оборачивается снижением уровня жизни. Тем не менее идея Томаса Мальтуса – весьма живучая и только набирает популярность.

Проблема перенаселения в XXI в. считается одной из главных наряду с изменением климата, глобальным потеплением, сокращением биоразнообразия. Данную тему активно муссируют известные политики, международные организации, массовая культура.

Ещё в 2007 г. тогда просто политик, а в 2021 г. уже премьер-министр Великобритании Борис Джонсон назвал перенаселение «проблемой номер один» [21]. Объявленная в 2020 г. принцем Чарльзом и делегатами Всемирного экономического форума в Давосе программа «великого обнуления» хотя и не ставит задачи сокращения населения Земли напрямую, но, очевидно, подразумевает её. Совершенно понятно: речь идёт о том, что представители стран, жители которых относятся к «золотому миллиарду», будут сокращать население тех государств, которые не вошли в число избранных. Таким образом, если называть вещи своими именами, планируется социальная инженерия или новая форма геноцида, с чем человечество может столкнуться в XXI в. К счастью, мальтузианские идеи разделяются далеко не всеми. Это даёт надежду.

Согласно отчёту ООН, представленному в 2019 г., темпы роста населения постоянно снижаются. Так, к 2100 г. этот показатель стабилизируется на отметке 11 млрд человек [22]. По данным прогноза Вашингтонского университета, опубликованного 14 июля 2020 г. в медицинском журнале The Lancet, население мира достигнет пика в 2064 г. и составит около 9,73 млрд, а затем снизится до 8,79 млрд к 2100 г., что на 2 млрд меньше, чем по прогнозу ООН 2019 г. [23]. Исследователи института Фрэйзера в Канаде склонны считать, что перенаселение планеты и опасность истощения ресурсов – это мифы, так как благодаря техническому прогрессу ресурсы стали более доступны и обильны, чем когда бы то ни было [24]. Доктор Хизер Альберро из Ноттингемского Трентского университета заявил, что за темой перенаселения пытаются скрыть истинный источник всех экологических проблем современности. Он состоит в «расточительстве и неравенстве, порождённых капитализмом, ориентированным на бесконечный рост и накопление прибыли» [25].

Представители мировой капиталистической элиты не заинтересованы в каких-либо принципиальных изменениях системы, поиске новых направлений и путей развития, а желают прежде всего сохранить своё положение, по возможности приумножая власть и капитал. Эта псевдоэлита (так уж сложилось исторически) была стихийно и случайным образом собрана из политиков, банкиров и богатых торговцев. Среди них нет инженеров или, на худой конец, философов, способных комплексно и планомерно мыслить в масштабах планеты. Значит, они согласно своим профессиям и присущим их компетенциям взглядам поведут нашу цивилизацию только туда, где здесь и сейчас на глобальных проблемах человечества можно получать баснословно высокую прибыль – не для всех, а для них в первую очередь. Некоторые наиболее радикально настроенные исследователи даже утверждают, что корпорации искусственно сдерживают освоение космоса, так как космические проекты ведут к усилению роли государства, что идёт вразрез с их интересами. «Поэтому глобалистам, с одной стороны, нужно возглавить процесс космического освоения и профанировать его. Эту задачу выполняет PR-иллюзионист Илон Маск со своими убыточными компаниями, которые существуют на деньги американских налогоплательщиков. С другой стороны, устранить причину необходимости в космических проектах. Нужно сделать так, чтобы жителям Земли вполне хватало жизненного пространства на родной планете. Увеличить планету невозможно» [26]. Исходя из этого и продвигается идея борьбы с перенаселением.

Данная программа хорошо финансируется, имеет впечатляющее лобби на высших уровнях принятия решений и огромный ресурс в виде учёных и инженеров, обслуживающих капитал, изобретающих и развивающих всё более изощрённые способы медленного, максимально незаметного и вместе с тем эффективного и самого массового геноцида за всю историю цивилизации. Реализация подобного замысла может стать концом этой истории. Как развязанная за интересы Германии война Гитлера привела к разрушению страны, так и псевдоэлита, противопоставив себя всем прочим, в итоге уничтожит себя же, сделав наш мир непригодным для жизни человека. При тех необдуманных темпах развития земной индустрии, достигнутых к концу XX в., у человечества осталось пара поколений до точки невозврата. Если ничего не предпринимать, то, вероятно, уже через 30–40–50 лет будет слишком поздно – ружьё под названием «Индустрия», висевшее до этого на стене нашего дома под именем «Биосфера», выстрелит в голову самоубийцы под именем «Человеческая цивилизация».

Проблемы превышения пределов роста и перенаселения планеты, выставляемые глобалистами с 1970-х годов как главные для человечества, – это ширма, за которой скрывают другие настоящие проблемы, а именно проблемы пределов роста капиталистического производства и пределов его человеческой ёмкости.

Капитализм – система, в которой немногие процветают за счёт многих, центр обогащается за счёт использования ресурсов периферии. В основу будущей посткапиталистической системы закладывается то, что она также будет не для всех. Такое «дивное будущее» предназначено (что тщательно скрывается) только для «бриллиантового миллиона», рядом с которым будет «кормиться» и обслуживающий его «золотой миллиард» оцифрованных слуг-крепостных – биоцифровых конвергентов. Это – с одной стороны.

С другой стороны, автоматизация производств приводит к тому, что потребности в рабочей силе для капитализма сводятся к достаточно низким показателям. Те, кто задействован в производстве, полезны. Они получают плату за свой труд. Они же являются и потребителями. А вот остальные несколько миллиардов – это что-то вроде назойливых паразитов, которых необходимо как-то более или менее содержать и которые к тому же представляют для системы реальную угрозу: если что, они могут в любой момент и взбунтовать.

Чем больше населения должна кормить капиталистическая система, тем она становится неустойчивее. Здесь сказывается то, что марксисты называли основным противоречием капитализма: противоречие между общественным характером процесса производства и частнокапиталистической формой присвоения результатов труда. То есть все существуют внутри системы, но существовать хорошо могут лишь немногие, а чем больше тех, кто не может, тем вероятнее, что это бедное большинство сбросит и уничтожит богатое меньшинство.

Именно поэтому, когда «мировые элиты» говорят о перенаселении, они заботятся отнюдь не об истощении ресурсов планеты – на самом деле им известно, что уже сегодня есть технологии, которые позволяют решить эту многокомпонентную проблему. Так они заботятся о сохранении своего богатства и господствующего положения. В этом для них и заключается настоящий смысл «устойчивого развития». Для достижения своих истинных целей они подменяют понятия. Там, где речь идёт о пределах роста капитализма, они говорят о пределах роста вообще и находят способы, как достичь своих целей да ещё и заработать. В этом и заключается их чёрная магия. Таков план мировых псевдоэлит. В результате планомерно формируется «новая реальность» с «новым крепостным» – человекоподобным существом без свойств, которым легко управлять и манипулировать на уровне животных рефлексов. А именно: бесполым и бездуховным, без исторической памяти и без идентичности, без совести и без нравственности, без семьи и без детей, без целеполагания и без смысла жизни (кроме смысла потребления, причём не столько реального, сколько виртуального, эмоционального).

И не нужно видеть в этих планах какую-то теорию заговора и конспирологию. Никакого заговора нет. «Мировые элиты», надев в период пандемии медицинские маски на нас – миллиарды людей по всему миру, свои маски сняли. Они не скрывают своих намерений, говорят о них в открытую. Любой может в этом убедиться. Стоит только задаться целью и потратить немного времени. Например, можно прочитать книгу «COVID-19: великая перезагрузка» и другие работы Клауса Шваба [27, 28] – одного из идеологов глобалистов и бессменного главы Всемирного экономического форума в Давосе. Вот всего несколько цитат.

«Мир больше не будет прежним, капитализм примет иную форму, у нас появятся совершенно новые виды собственности помимо частной и государственной. Крупнейшие транснациональные компании возьмут на себя больше социальной ответственности, они будут активнее участвовать в общественной жизни».

«Правительства должны адаптироваться к тому, что власть… переходит от государства к негосударственным субъектам, а также к сетям с более свободным устройством. …Всё чаще правительства будут рассматриваться как центры по обслуживанию населения…».

«…Чем больше демографический рост… тем выше риск новых пандемий».

«…Если демократия и глобализация будут расширяться, то национальному государству места не останется».

«Чтобы положить конец пандемии, необходимо создать всемирную сеть цифрового контроля».

И так далее… О своём согласии с тезисами Шваба, не стесняясь, заявили, например, премьер-министр и принц Великобритании, президент США Джо Байден [29] и др. Очевидно, что руководители транснациональных корпораций также не будут против такой программы, явно выражающей их интересы.

В подтверждение сказанного можно сослаться на подробный анализ тупиковости социально-экономического вектора развития, в котором движется наша цивилизация, ведомая «глубинной властью», выполненный в многочисленных работах и выступлениях в области экономики, природопользования, экологии, социологии и политики таких независимых исследователей, как М. Хазин, В. Катасонов, О. Четверикова, А. Фурсов, В. Боглаев, И. Шнуренко, А. Дугин, С. Переслегин и др. [30, 31]. С их взглядами, а также с анализом мировой ситуации, нашего прошлого, настоящего и обозримого будущего я подробно знакомился в период пандемии, находясь в частичной самоизоляции в нашем инновационном центре «ЭкоТехноПарк».

Разработчики программы «Великая перезагрузка» фактически планируют обнулить технократический вектор развития человечества, сформированный в течение многих предшествующих тысячелетий, собственно, как и обнулить саму человеческую техногенную цивилизацию – ту, которую мы знаем и частью которой являемся. По своей социально-экономической сути происходящий в течение нескольких последних десятилетий кризис капитализма как системы его бенефициары пытаются завуалировать под кризис человечества – общепланетарного техногенного социума, созданного в эпоху капитализма.

«Мировые элиты» во главе с США и Великобританией руками мирового гегемона разрушают и уничтожают страны и народы. Ирак, Ливия, Сирия, Афганистан – государства, которые не хотели идти одной с ними дорогой и поэтому оказались нежелательными. Никто сейчас даже не вспоминает две атомные бомбы, сброшенные на Японию (хотя в этом и не было никакой необходимости), корейскую и вьетнамскую войны…

Уничтожение цивилизации происходит не только напрямую, но и косвенно. В первую очередь это делается через экологическое движение с вводимыми вокруг него квотами и запретами. Такие меры направлены на торможение индустриального развития стран за границами коллективного Запада. Из-за всевозможных экологических санкций строить и запускать заводы для них оказывается слишком дорого. Замедляется рост экономики, снижаются уровень и качество жизни. Ранее, во времена Томаса Мальтуса, этот фактор не был определяющим для роста либо сокращения популяции людей, но теперь оказывается очень значимым – всё благодаря мобильным цифровым устройствам и мировым информационным монополиям.

Уже есть множество исследований, показывающих, что распространение смартфонов и получение доступа к информации непосредственно влияет на представление человека о себе, о жизни и о том, сколько у него должно быть детей. Листая ленты Instagram и Facebook, люди видят картинки «красивой жизни» и ставят перед собой соответствующие ориентиры. Они стремятся к комфорту, хотят строить карьеру и быть успешными, а наличие большого количества детей в этих планах скорее мешает, чем помогает. Особенно если экономика страны не развивается и не удовлетворяет новым запросам. Вся цепочка выглядит дьявольски изящно. Из-за экологических ограничений не происходит подъёма индустрии, не растёт экономика, зато процветает информатизация, что в совокупности приводит к снижению рождаемости. Всё обстоит ровно так, как того желают псевдоэлиты. Таким образом они сбрасывают человеческий «балласт» с биосферного корабля «Жизнь на планете Земля». В соответствии со своим представлением о завтрашнем дне они лишают будущего миллиарды людей – тех, кто уже рождён, но не даст потомства, и тех, кто не будет рождён в угоду ложным сатанинским ценностям и идолам.

2.3. Программа «5D»

Образ жизни человечества в XXI в. наряду с оказываемым на природу гнётом – причина всех прошлых и будущих потрясений. Все войны и экономические проблемы XX в. возникли из-за скученности людей и неуёмного желания потреблять как можно больше, в результате чего обостряется борьба за ресурсы и сферы влияния. Эта борьба – один из базовых элементов капиталистической системы, построенной на прибыли и вокруг прибыли.

В целом капиталистическая система предполагает необходимость и неизбежность кризисов, которые с каждым разом приводят ко всё более катастрофическим последствиям.

В этом сходится большинство экспертов-экономистов. В XXI в. об этом знает едва ли ни каждый обыватель. Соответственно, возникает запрос на реформу капитализма, поскольку альтернативные модели (например, социализм) «глобальными элитами» не принимаются. Ведь это капиталистические элиты. Они не могут отказаться от самих себя.

Так как кризисы в основном связываются экспертами с перепроизводством продукции, то избежать их можно, только изменив характер производства и потребления. Прежде чем исследовать, как именно «элиты» намерены обустроить новый мир, необходимо разобраться в том, как всё это происходило ранее. Только в самых общих чертах.

Предприятия изготавливают товар, платят работникам за их труд, а добавочную стоимость оставляют себе, чтобы затем израсходовать её на развитие производства, собственные нужды и нужды государства в виде налогов. При этом цель любого производства – увеличение прибыли, что достигается за счёт, с одной стороны, оптимизации технологических процессов и уменьшения стоимости труда, с другой – увеличения количества выпускаемой продукции.

Таким образом, объёмы производства всё время должны нарастать, а относительная плата за труд – уменьшаться. При этом наиболее массовым покупателем продукции выступают наёмные работники. Если они меньше получают, то меньше и покупают. А предлагается товаров, услуг и сервисов всё больше. В какой-то момент их количество становится избыточным настолько, что они оказываются никому не нужны и производитель не может продать созданное, чтобы окупить затраты на производство. Тогда он идёт на сокращение штата, остановку конвейеров и минимизацию производств.

Экономика впадает в кризис. Потом кто-то банкротится, кто-то что-то оптимизирует, цены на накопившиеся излишки падают, переполненные до отказа склады постепенно пустеют. И снова возникает спрос, превосходящий предложение. Всё повторяется на новом витке. Война или пандемия могут существенно сгладить ситуацию, так как за короткое время создают новые рынки сбыта, рабочие места, запрос на определённые категории продукции, заказы и др. Поэтому войны и начинаются в тот момент, когда экономика достигает пика. Это – не следствие избытка силы, а способ избежать предстоящего резкого и болезненного падения с вершины. Возможно ли уклониться от кризисов как-то иначе? Считается, что да.

Предполагается, что можно улучшить капиталистическую систему, сделать так, чтобы её развитие было не циклическим (от кризиса до кризиса), а устойчивым. Для этого достаточно организовать производство и потребление таким образом, чтобы они всегда были сбалансированы и упорядочены. Конечно, не в логике плановой экономики, а с возможностью сохранения власти и богатства капиталистов.

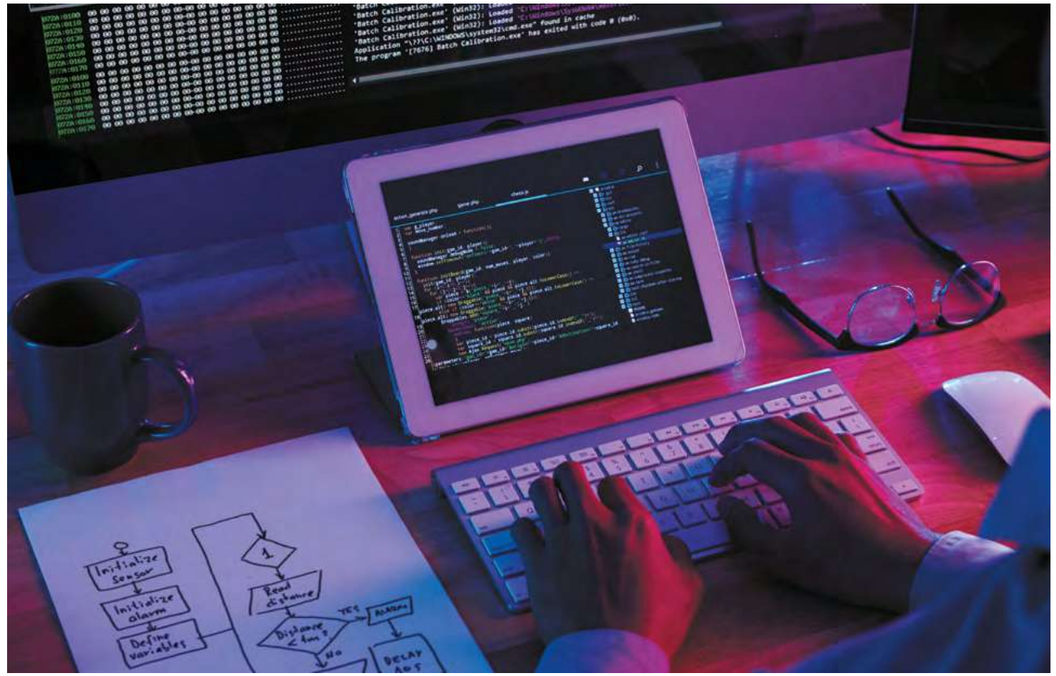
На помощь должна прийти **диджитализация** – цифровая трансформация общества и экономики. Это прежде всего интернет-технологии, технологии обработки больших объёмов данных, виртуальная и дополненная реальность, искусственный интеллект, 3D-печать, печатная электроника, блокчейн, квантовые вычисления и др.

Диджитализация поможет получить тотальный учёт и контроль: сколько всего и чего произведено, сколько всего и чего куплено. Она же ляжет в основу нового – инклюзивного, т. е. «всеобщего», – капитализма, при котором обычный человек уже ничем не будет владеть (никакой частной собственности), а станет только пользоваться сервисами. Так как без этих цифровых сервисов жизнь с течением времени окажется немыслимой, то спрос на них станет постоянным, увеличиваясь пропорционально потреблению без каких-либо принципиальных ограничений (а их и не будет, потому что всё начнёт происходить в виртуальной цифровой среде, а не в имеющем пределы и границы мире материальных объектов).

Диджитализация – один из пяти китов, на которых планируется построить новый миропорядок. Наряду с ней можно говорить ещё о четырёх «D»: десоциализации, деиндустриализации, декарбонизации, депопуляции. При своём масштабном посткапиталистическом развёртывании эти векторы развития, предлагаемые современным капитализмом, вероятно, позволят обеспечить устойчивое развитие системы. Однако этот «дивный новый мир» окажется просто ужасным с точки зрения примерно 7 млрд человек, для которых в нём нет места. Сущность таких планов заключается в следующем.

Диджитализация – это основа. В той логике, в которой она развивается сегодня, это абсолютно страшный инструмент, включающий в себя:

1) внедрение систем повсеместного учёта и контроля на производстве, в сфере обслуживания, банковском секторе и так далее, что в итоге приведёт к установлению тотального контроля над «неправильными людьми» и передаче ряда цивилизационных функций якобы умному, а по сути примитивному искусственному интеллекту, с инженерной точки зрения на несколько порядков не дотягивающему по сложности до устройства простейшего микроорганизма, например коронавируса;



2) ускоренное внедрение биоинженерных технологий, массовый выпуск роботов, продвижение проектов по генетическим мутациям и скрещиванию видов, а также скрещиванию людей, искусственного интеллекта и машин, что приведёт к поэтапному преобразованию человеческой личности в бездушное человекоподобное существо – в киборга, биоцифрового конвергента.

Десоциализация – это:

1) установление новой политики, прославляющей меньшинства (социальные, этнические, расовые, биологические, гендерные и др.) при их верховенстве над большинством;

2) подчинение человечества либеральным ценностям, противодействие критическому и аналитическому мышлению людей, лишение приватности и гражданских прав, тотальная цензура, полный контроль и манипулирование СМИ, социальными сетями, а также сознанием, идеологией, образованием, наукой, культурой, искусством, религией. Ведь дряхлеющему и умирающему капитализму нужны примитивные потребители-конвергенты, а не творческие личности. При этом будет происходить планомерное снижение роли национальных государств в жизни общества, передача большей части их функций глобальным корпорациям;

3) борьба с естественной рождаемостью, возведение телесного и духовного уродства и извращений, разврата и похоти, умственно и физически неполноценных людей в идеал гармонии и красоты;

4) разрушение институтов семьи и национальных государств, которые должны быть заменены глобальными (наднациональными) корпорациями, вступившими в тоталитарную фазу своего развития;

5) расширение влияния транснациональных корпораций Big Pharma, не заинтересованных в здоровье человека, так как прибыль могут принести только больные люди;

6) чётко прослеживаемое поступательное внедрение в общественное сознание в течение многих десятилетий комплекса вины, т. е. комплекса личностной и коллективной неполноценности. Нас, нормальных людей, которых подавляющее большинство, заставляют на всех континентах каяться, чувствовать свою вину, неполноценность и ущербность по любому поводу:

- за то, что мы не гомосексуалисты;
- за то, что родились со светлой, а не с тёмной кожей (или наоборот);

• за то, что имеем ту или иную национальность;

• за то, что едим мясо и выступаем против генно-модифицированных и искусственных продуктов питания;

• за то, что сомневаемся в пользе вакцинации и вообще в существовании пандемии;

• за то, что у нас есть семья, есть мама и папа, что мы употребляем слова «мужчина» и «женщина», «он» и «она»;

• за то, что мы здоровы, а не инвалиды;

• за то, что не верим слепо в глобальное потепление и карбоновый парниковый эффект...

Перечень нашей «вины» можно продолжить до бесконечности. По своей социальной сути – это психологический террор, развязанный против каждого человека и человечества в целом.

Общество постепенно и последовательно превращается (вернее, его превращают) в некий турбулентный, хотя и умело управляемый, набор неудовлетворённых жизнью меньшинств, которые изначально, с самого раннего детства, обижены на «инородное» большинство. Об этих обиженных большинство общества, даже в ущерб своим интересам, обязано постоянно заботиться. Причём интересы меньшинств, в том числе их фанатичное стремление доминировать над большинством, не должны подвергаться сомнению и критике, иначе это сразу же попадает в разряд расизма, гомофобии или ксенофобии.

То, что демократия в той трактовке, какую она получила в XXI в., – власть меньшинства над большинством, для меня стало открытием. Хотя оказалось, что для идеологов мировой либерально-капиталистической системы это давно принятая и очевидная аксиома. Такое извращённое представление, по сути, переворачивающее всё вверх ногами, напоминает историю раковой клетки, которая своими «нетрадиционными ценностями» вводит в заблуждение, т. е. обманывает, ослабленную иммунную систему здорового организма с триллионами нормальных клеток и в конечном итоге, пустив метастазы во все органы, убивает своего хозяина и умирает сама.

Вытеснение с рынка небольших компаний и промышленных предприятий приведёт к возникновению глобальных монополий, которые вольны диктовать потребителю любые выгодные для себя условия.

Размывание функций государства и их передача глобальным корпорациям приведут к пересмотру социальной политики и общественной иерархии. Например, зачем платить пенсии, и вообще, нужны ли корпорациям недееспособные старики и дети, больницы и дороги, да и вся социальная инфраструктура? Поэтому в соответствии с новыми стандартами должны нормироваться потребление, рождаемость и другие проявления человеческой жизнедеятельности. Только так якобы можно поддерживать «устойчивое развитие» предлагаемого «дивного нового мира».

Снижение значения и роли государства и его уничтожение необходимы бенефициарам капитализма для того, чтобы платить меньше налогов и одновременно увеличивать спрос на товары и услуги, во многих странах предоставляемые населению за счёт этих же самых налогов. Речь здесь идёт об устранении посредника, снижающего эффективность капиталистической системы и добавляющего в неё ненужные переменные. По сути, должна произойти реанимация троцкизма, идею которого можно свести к одной фразе: «Технология установления мировой власти путём ликвидации национальных государств и иных конкурентных мировой власти организаций».

Десоциализация, отрывая от общества, делает каждого индивидуума беззащитным перед глобальными корпорациями, лишает его надежды получить помощь и поддержку от близких, которые могли бы передавать ему те или иные необходимые знания, опыт, товары или услуги. Естественно, он будет вынужден самостоятельно приобретать всё, что ему нужно, и как субъект потребления станет значительно более надёжен и эффективен с позиций зарабатывания на нём прибыли.

Именно поэтому под различными благовидными предлогами и происходит ускоренное устранение конкурентов глобальных корпораций (малого и среднего бизнеса, личной и частной собственности), а также осуществляется переход на якобы более прогрессивную шеринг-экономику.

Деиндустриализация – это:

1) перемещение практически всех отраслей мировой экономики в расплывчатую и непрозрачную сферу экологического производства, параллельная монетизация окружающей среды и превращение её в капитал для узкого круга глобалистов. Происходит повсеместная смена традиционной природоохранной деятельности на экологический экстремизм;

2) ускоренное сокращение производств и рабочих мест (особенно интеллектуальных и высокотехнологичных), создание цивилизационного «цифрового концлагеря» с объявлением общемирового локдауна и выплатой гарантированного (базового) вознаграждения, т. е. минимального «пайка» (как в любом другом концлагере) тем, кто не будет ходить на работу;

3) сворачивание традиционного (природного) производства сельскохозяйственной продукции, переход на искусственные и генно-модифицированные продукты питания (в частности, на опасное для здоровья человека и неполноценное по своему составу и качеству искусственное мясо). Один из основных аргументов, используемых для этого, – якобы корова экологически более опасна, чем автомобиль и самолёт, так как выделяет много парниковых газов, в том числе углекислого газа и метана, поэтому человечество в ближайшее время якобы должно отказаться употреблять говядину.

Декарбонизация – это отказ от углеводородного топлива и, соответственно, от выбросов CO_2 в атмосферу. Нефть, уголь, природный газ заменяются на якобы «зелёные» энергетические технологии – неэффективные и экологически ещё более опасные.

Декарбонизация и деиндустриализация – это взаимосвязанные элементы одной и той же программы. В них, если посмотреть широко, речь идёт о монетизации экологии, превращении её в капитал. Людей и предприятия вынуждают таким образом платить за самые необходимые нам вещи – воду и воздух, стоимость которых становится частью прибавочной стоимости. Спрос на этот товар будет более устойчивым, что и позволит снизить опасность перепроизводства. С другой стороны, торможение индустриального развития – прямой путь к снижению реальных доходов населения и, как следствие, к сокращению его общего количества, что является одной из целей «элит» и определяется как **депопуляция**.

Римский клуб под тезисом «устойчивое развитие» предполагает ускоренное сокращение численности населения планеты до «золотого миллиарда», даже меньше – до 500 млн [18]. Отсюда и спецоперация «Пандемия COVID-19» с защитными масками и повсеместными локдаунами, которые разрушают семьи, иммунную систему людей, добровольно-принудительно помещённых в «домашнюю тюрьму», и уничтожают средний и малый бизнес – основу экономики любой страны.

В депопуляцию логически вписывается и не изученная надлежащим образом (по своим отдалённым последствиям) матричная РНК-вакцинация, также осуществляемая якобы самыми «гуманными» добровольно-принудительными методами. Со временем она может привести к необратимым генетическим изменениям вакцинированного организма, в том числе негативно влияющим на мужские и женские репродуктивные органы. По своей социальной сути такое «лечение» может быть использовано при необходимости как «бархатный геноцид», т. е. пролонгированное убийство. Хотя, скорее всего, мы и не узнаем, когда такая «необходимость» наступит.

Например, вакцинация якобы должна привести к коллективному иммунитету, хотя в документах Всемирной организации здравоохранения его называют «стадным». Человечество – это всего лишь стадо, в котором нужно заменить неподконтрольный третьим лицам естественный иммунитет, шлифовавшийся в течение миллиардов лет эволюции жизни на планете, на управляемый извне искусственный иммунитет. Нас хотят «подсадить на иглу» – обязательную вакцинацию – жёсткую зависимость, сродни наркотической, от необходимости пожизненного приёма сомнительных и постоянно мутирующих, как и сам вирус, вакцин. Это станет ещё одним шагом в сторону превращения людей в киборгов.

Депопуляция нужна и по той простой причине, что за счёт автоматизации производств и подобных инноваций капитализму как общественной системе не требуется большое количество людей для своего функционирования. Кроме того, избыток людской биомассы опасен для системы, поскольку не задействованные в производстве индивидуумы тем не менее будут нуждаться в благах и даже требовать их. Поэтому лучше оптимизировать численность населения (причём за его же счёт) таким образом, чтобы оно обеспечивало достаточные объёмы спроса и было задействовано в производстве того, что само же и потребляет. То есть население должно быть в состоянии прокормить себя и в то же время гарантировать возрастание прибыли и роскоши «мировым элитам», но не более того.

Идя дальше и описывая уже во многом состоявшийся переход, теоретики говорят о том, что человек перестаёт быть основным потребителем продукции. Сегодня реальна ситуация, упрощённо представленная таким образом: одно предприятие производит металл и продаёт его предприятию, выпускающему роботов, которых затем покупают те же производители металла и другие компании в качестве, например, рабочих инструментов. В итоге получается, что роботы создают роботов для роботов. Человек может вообще оказаться лишним в этих цепочках.

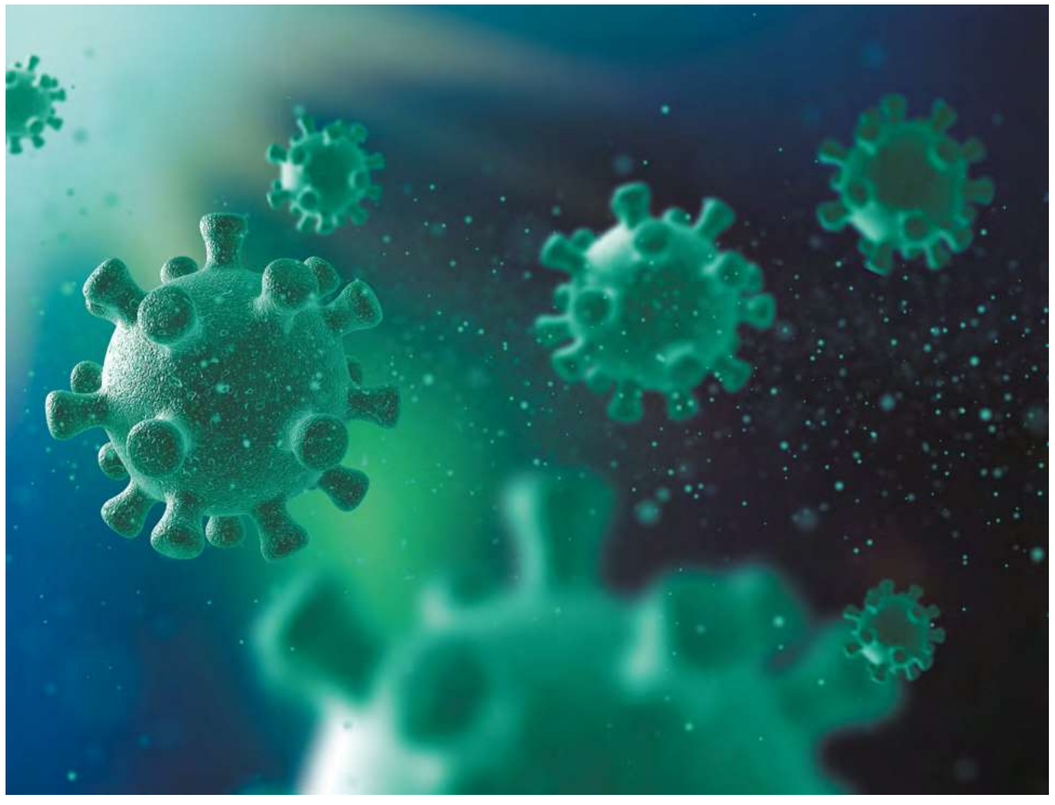
Описанное мироустройство – это глобальный цифровой концлагерь, цифровой фашизм. Система, предлагаемая нам в качестве образа инклюзивного будущего, будет строго упорядочена и самодостаточна. Основное отличие такого «дивного нового мира» от существующего миропорядка – «устойчивость» (в противовес цикличности). Поэтому глобалисты и повторяют словосочетание «устойчивое развитие» как мантру, как какое-то заклинание из чёрной магии. При этом они всеми силами пытаются делать вид, что их действия мотивированы только глобальными экологическими проблемами и заботой о людях. На самом деле причины здесь другие,

а экология – это просто хороший товар. Лучший, возможно, из всех доступных нам планетарных бизнес-ресурсов.

Подтверждения тому, что происходящее, включая пандемию коронавируса, – часть продуманной и последовательно воплощаемой программы, я находил повсюду. Например, принц Филипп, супруг королевы Елизаветы II, один из идеологов сокращения населения планеты, рассуждая о своём перерождении, ещё в 1988 г. сказал: «Если бы мне довелось переродиться, я хотел бы стать смертельным вирусом, чтобы внести свой вклад в решение проблемы перенаселения» [32]. Как же нужно ненавидеть человечество, чтобы такое произнести?

18 октября 2019 г. (за несколько месяцев до объявления настоящей пандемии) Центром здравоохранения при университете Джонса Хопкинса совместно со Всемирным экономическим форумом и фондом Билла и Мелинды Гейтс проведены пандемические учения под названием «Событие 201». Представители бизнеса, государственных и медицинских организаций обсуждали действия, необходимые в случае возникновения пандемии коронавируса, который должен будет перейти к людям от летучих мышей. Предполагалось, что от инфекции за 18 месяцев погибнут 65 млн человек. Пандемия продолжится до тех пор, пока не будет изобретена эффективная вакцина или число переболевшего населения не достигнет 80–90 %. При этом мировая экономика рухнет на 11 % [33].

Материалы о состоявшемся мероприятии имеются в открытом доступе, можно без труда найти сценарий, видеозаписи с места событий, итоговые рекомендации и др. Хотя учения провели за несколько месяцев до начала настоящей эпидемии, однако описание ситуации по многим пунктам совпадает с тем, что вскоре произошло в действительности. Утверждение, что учения являлись репетицией пандемии COVID-19, в дальнейшем было опровергнуто «уважаемым» экспертом по проверке достоверности информации – британской организацией FullFact.



Примечательно, что в числе учредителей FullFact есть компании Facebook, Google и Институт «Открытое общество» Джорджа Сороса. Интересно и то, что этой же платформе принадлежит заслуга опровержения ещё целого ряда скандальных инфоповодов, напрямую или косвенно связанных с пандемией, депопуляцией и ролью в них «мировых элит».

В число таких фактов входит получившая широкое распространение в сети цитата, датируемая 2009 г. и приписываемая бывшему госсекретарю США Генри Киссинджеру: «Как только стадо примет обязательно-принудительную вакцинацию, это будет конец игры. Дальше они примут всё. Принудительное донорство крови или органов для большего блага. Мы будем генетически модифицировать детей, стерилизовать их – и всё для великого блага. Контролируя разум овцы, ты контролируешь стадо. Производители вакцин будут зарабатывать миллиарды… Это беспроигрышная ситуация. Мы прореживаем стадо, и стадо платит нам за предоставление услуг по уничтожению. Так что у нас сегодня на обед?» [34]. Тот же Киссинджер в 1974 г. подготовил секретный отчёт (Memorandum 200), в котором говорилось, что рост населения в наименее развитых странах представляет большую угрозу для безопасности США, в связи с чем предлагалось направить все силы на обеспечение контроля над рождаемостью и сокращение человеческой популяции [35]. С 1975 г. этот документ лёг в основу официальной политики Соединённых Штатов. В начале 1990-х годов отчёт был рассекречен.

Касательно опровержений, даваемых «авторитетными» организациями типа FullFact, у меня есть уверенность, что это часть большой информационной игры, в которой IT-корпорации могут делать с фактами всё, что захотят. То, что удобно и играет им на руку, они поднимают на знамёна. То, что не выгодно, – объявляют фейками, конспирологией или элементами теорий заговоров. Кто способен остановить их, когда и СМИ, и социальные сети, и поисковые алгоритмы – в их руках? Они могут даже отключить аккаунт президента США, как это и произошло с Дональдом Трампом. Заткнуть рот кому угодно. Сами же могут что угодно говорить, вплоть до призывов к физической расправе с целыми государствами, его лидерами и представителями. Именно так поступило руководство Facebook, когда объявило, что не будет блокировать сообщения, предлагающие убить Владимира Путина, российских министров и военных. Кто контролирует информацию – контролирует мир. Они действительно сегодня делают это, и именно таким же образом поступают корпорации, ведущие разработки в области биохимии. Не исключено поэтому, что скоро они получат такой же тотальный контроль над нашими телами, какой уже сегодня имеют над нашими чувствами и разумом.

«Медицинская мафия» Big Pharma 20 лет шла к своей цели – созданию устойчивого спроса на собственную продукцию в рамках нового мирового медицинского порядка, в котором человек – всего лишь некий субъект для проведения экспериментов, что-то вроде подопытного кролика. Больше всего для этого подходит вакцина – спрос на неё не зависит от конъюнктуры рынка. Для этого нужно только напугать всё человечество, все 8 млрд человек: «Вакцинируйтесь! Или умрёте». И спрос обеспечен на долгие годы. Вот для чего и нужны были пандемия и постоянно мутирующий вирус, для борьбы с которым будут необходимы всё новые и новые вакцины. Коронавирус идеально вписался в этот сценарий: очевидно, что на него был заказ. Уже построены по всему миру заводы по производству вакцин. Абсолютно понятно, что никто не намерен от них отказываться и это был долгосрочный план. Опять же, выделяющаяся фигура среди лоббистов – Билл Гейтс. Основной инвестор Всемирной организации здравоохранения, объявившей о пандемии, основной владелец корпорации, изобретшей «целительное» лекарство от вируса.

Цены на ставшие незаменимыми вакцины со временем можно будет и поднимать, обеспечивая долгосрочную прибыль хозяевам ВОЗ, которая стала не защитником здоровья мирового населения, а эффективным инструментом для извлечения прибыли из каждого из нас в рамках ещё одной античеловечной программы «Биоцифровая конвергенция», разрабатываемой и успешно реализуемой «мировыми элитами» в соответствии с программой «5D» поэтапного превращения людей в конвергентов-киборгов.

2.4. Губительная страсть инженеров ко всему искусственному

Центральное место в программе «5D» отводится диджитализации, возможности внедрения которой связаны с разработками искусственного интеллекта. Это сравнительно новое явление открывает удивительные перспективы. Применение данному инструменту пытаются найти во всех областях – от бытовой техники до освоения космоса. Причём повсюду речь заходит о поисках способа частичной или полной замены человека алгоритмами, а также машинами, их выполняющими. Хотя формально и технологически такая ситуация во многом нова, она отражает суть нашей земной инженерной (индустриальной) цивилизации и воплощает характерные для неё установки.

Понятие «цивилизация» происходит от французского слова *civilisation* (изначально – превращение уголовного процесса в гражданский), далее из *civiliser* – цивилизовать, из *civil* – гражданский, далее из латинского *civis* – гражданин [36]. Многим знакомо высказывание «*Civis Romānus sum!*» («Я римский гражданин!»). В Античности это была формула самоутверждения, превосходства одной группы людей над всеми прочими в качестве носителей особых прав и привилегий. Даже самые бедные римские граждане получали бесплатный хлеб и доступ к зрелищам, а потому оставались элитой. С другой стороны, такое особое положение основывалось на их включённости в правовую систему – систему законов, распространявшихся только на римлян и требовавших для них особого суда, в то время как прочие находились вне закона и оказывались лишены всякой правовой защиты.

Цивилизация начинается там, где появляется закон. Именно он (неважно, формализованный или понятийный) регулирует присущие цивилизованному сообществу отношения, отличающиеся от отношений, основанных на инстинктах или персональном опыте отдельно взятой особи в мире животных. Сначала это закон традиции или природы, затем – юридический закон, имеющий не только ограничивающую функцию, но и способствующий передаче практически ценных знаний. Добыча огня, изготовление орудий труда – вся материальная основа цивилизации зиждется на знании законов природы и выполнении предписываемых ими алгоритмов действий. Закон и алгоритм как последовательность операций – во многом тождественные понятия. Латинское слово *lex* (закон) в одном из значений – порядок действий [37].

Основной механизм самосохранения и развития цивилизации – обслуживание тех инженерных (индустриальных) технологий, которые лежат в её фундаменте. Без технологий охоты и собирательства, выделки шкур и добычи огня, а также без других алгоритмизированных действий, правила осуществления которых сохраняются и передаются из поколения в поколение, общественное развитие как возрастание уровня сложности организации социума было бы невозможно. Инструментом упорядочивания выступают определённые алгоритмы, которым подчиняются субъекты в цивилизационных процессах. Так, законы первобытных племён выстраивались вокруг необходимости поддержания огня. Индустриальное общество обслуживало машины. Человек XXI в. становится на службу искусственному интеллекту: выполняет функции, связанные с развитием способностей вычислительной техники, расширением сфер её применения, а также с её обслуживанием, одновременно являясь потребителем цифровых продуктов. Здесь в процессе отчуждения труда, описанном Карлом Марксом, открывается новое измерение.

До настоящего времени отчуждение труда выстраивалось в несколько этапов: отчуждение от инструментов производства (они находятся в собственности капиталиста, а не трудящегося); отчуждение от результатов деятельности (продукты не принадлежат трудящемуся); отчуждение от процессов исполнения физических процедур труда и от собственной телесности (тело человека фактически оказывается частью промышленного оборудования). Далее следовали отчуждение от родовой сущности (от связей с предками и сородичами, с которыми более не объединяет ни земля как объект труда, ни отношения собственности на орудия труда) и отчуждение людей друг от друга. С появлением алгоритмов искусственного интеллекта происходит отчуждение человека от мыслительных и сознательных способностей, от собственного индивидуального разума. Обозначим такое явление как эффект калькулятора не только потому, что данные электронные устройства быстро и качественно обрабатывают цифры и выполняют сложные вычислительные операции (по своей инженерной сути любой компьютер – всего лишь мощный калькулятор), но и потому, что они все одинаковы – обезличены, как и любая другая машина.

2.4.1. Эффект калькулятора

Эффект калькулятора состоит в том, что в процессе совершения мыслительных операций, таких как счёт, вместо субъекта некоторые действия производит математический (цифровой) алгоритм. В результате мышление оказывается фрагментированным. В ходе формирования понятия об объекте, на познание которого нацелено мышление, оказываются пропущенными существенные этапы. Представление о мире становится лишено целостности, так как сам человек отчуждается от мышления. Интересно, что один из самых успешных брендов калькуляторов носит название Citizen. Слово происходит от латинского *civitas* (город), восходящего к тем же корням, что и *civis* (гражданин), и *civilisation* (цивилизация). Калькулятор – тот самый машинный алгоритм, который замещает индивида в главной его составляющей как биологического существа, наделённого разумом, – в мыслительной способности.

Описанный эффект относится не только к вычислительной деятельности. Алгоритмы встраиваются во все мыслительные операции: сравнение, анализ, синтез, абстракцию, обобщение. Добираясь до места назначения, человек пользуется навигатором и может даже не задумываться, в какой части города находится. Известен случай, когда японские туристы в Австралии заехали на автомобиле в океан, хотя планировали попасть на остров неподалёку от берега. Они следовали указаниям навигатора [38]. Точно так же и в процессе прочтения новостей и поиска нужной информации человека всё чаще ведут алгоритмы, фиксирующие предпочтения и выдающие рекомендации для ознакомления только по тем темам, которые с точки зрения искусственного интеллекта могут быть интересны потребителю.

В общении люди всё чаще заменяют целые блоки разговора демонстрацией видеороликов и мемов. Алгоритмы готовят кофе, делают уборку, строят автомобили и уже учатся управлять ими, запускают в космос ракеты, за секунды обрабатывают объёмы данных, которые человек не в силах рассмотреть и за целую жизнь. С возникновением новых технологий общество становилось могущественней, но всё меньше в нём места оказывалось для индивида в его природных проявлениях. Назовём это парадоксом цивилизованного человека. Он тем лучше и могущественнее, чем его меньше. Мы тем лучше исполняем законы, чем больше подчиняем им нашу жизнь. Для идеального исполнения хорошо бы вообще исчезнуть – сначала сократившись до «золотого миллиарда», далее – до «бриллиантового миллиона», который затем неизбежно деградирует как социум и обнулится.

2.4.2. Природное и цифровое мышление

Цивилизация заключает в себе установку на замену индивида алгоритмами и машинами, поскольку человек – природное существо. Таким же образом асфальт заменяет траву; тракторы и автомобили – лошадей; общение в интернете – живой контакт. Цивилизация нацелена на замещение природного рукотворным. Создание искусственного интеллекта – необходимый этап развития так называемого цивилизованного (но никак не цивилизационного) сообщества. А первопричина состоит в следующем: в основе всего лежат техника и инженерные технологии. Они существуют по тем же, что и Живая Природа (живые организмы), принципам: на входе имеют сырьё и энергию, на выходе – полезную для человека продукцию (услугу) и технологические отбросы по схеме «(сырьё + энергия) – продукт (услуга) = отход». Разница лишь в том, что отбросы технического производства не могут быть использованы техникой или жизнью в полной мере, как это происходит с отходами живых организмов.

Вся биосфера, маленькая частичка которой – человек, сформирована из жизненных отходов: биогумуса, способствующего плодородию ранее безжизненных почв; кислорода, которым мы дышим и который обеспечил создание спасительного для жизни на планете озонового слоя; углекислого газа, благодаря которому появился парниковый эффект, что повысило среднюю температуру на планете на 32 °C, без чего ни биосферы, ни нас не было бы, поскольку все океаны оказались бы покрыты льдом [39]. Отбросы техносферы, напротив, наносят ущерб биосфере, так как являются ядовитыми антагонистами и отнимают ранее принадлежавшее ей пространство – в воздухе, воде и почве.

Таким образом, любая техногенная цивилизация (земное человечество здесь не исключение) не просто заменяет Живую Природу, но и борется с ней и уничтожает её – сначала на материальном уровне, а затем и на духовном и социальном. По той же логике материальное и информационное сырьё превращается в цифровые продукты, а также в материальные и информационные отходы, которые всё более заполняют жизненное пространство и живое мышление цифрой.

Сырьём для мышления выступает информация или данные (количественные и качественные). Посредством их обработки мы формируем представления, убеждения, знания, мировоззрение, целеполагание и на их основании выстраиваем свои действия. Побочным продуктом мышления (отходом) также оказывается информация, т. е. цифра. Однако она в мыслительном процессе претерпевает изменения. По сравнению с информационным сырьём информационные отходы существенно меняют свою структуру, становятся упорядоченными согласно формальным параметрам познавательной деятельности. Точно так сырьё меняет структуру и в технологических циклах. Например, из угля получают такой продукт, как тепловая и электрическая энергия. Отходами будут дымовые газы, зола, шлак, шлам и др. Химические элементы, из которых они состоят, содержались и в угле, но теперь они по-другому структурированы и соотнесены. При этом если уголь – бывшее дерево, жившее на планете сотни миллионов лет назад, – существовал как материя, гармонично вписанная в природу, то с момента его извлечения из неё и через изменение его структуры мы получаем вещества, нарушающие естественный природный баланс.

Аналогичный процесс в природе не приводит к подобным результатам. Отходы жизнедеятельности всех живых организмов в биосфере планеты эффективно встраиваются в пищевые цепочки, которые заканчиваются в плодородном гумусе почвы, а затем начинаются в нём же на новом жизненном цикле. Примерно такая же ситуация складывается и при сравнении природного мышления с цифровым мышлением.

Природное мышление – это деятельность, осуществляемая непосредственно человеческим мозгом. Цифровое мышление – работа компьютерных алгоритмов. Специфика отходов или побочных продуктов первого состоит в следующем:

- они могут оставаться никак не зафиксированными;
- энергия, используемая для их производства, имеет естественное происхождение и встроена в природный энергообмен;
- будучи зафиксированными, они могут эффективно встраиваться в мыслительные процессы других субъектов.

Специфика побочных продуктов цифрового мышления:

- они в обязательном порядке фиксируются на цифровых носителях;
- энергия, используемая для их производства, имеет искусственное происхождение и нарушает сложившийся в земной биосфере природный энергообмен;
- значительная их часть не встраивается в мыслительные процессы субъектов природного мышления, а, напротив, нарушает и разрушает их, что подробнее описано выше через понятие «эффект калькулятора».

Алгоритм, сгенерировавший обложку журнала Cosmopolitan, потребовал от нейросети выполнить задачу, основываясь в качестве исходных данных лишь на текстовом описании: «широкоугольный снимок с нижнего ракурса женщины-астронавта со спортивным телосложением, самодовольно идущей к камере на Марсе в бесконечной Вселенной в стиле цифрового искусства» [40]. Помимо самой обложки, которая показалась исследовательской группе наиболее удачной, было создано ещё не меньше десятка изображений. Это и есть отходы. На их производство потрачена электроэнергия. Они никому не нужны и никогда не будут использованы. Тем не менее они занимают место на сервере или жёстком диске компьютера, могут быть выброшены в интернет и там наряду с нужной и важной информацией окажутся просто шумом, препятствием для поиска нужного материала. Иными словами, они становятся ноосферным информационным мусором, вторгающимся в процессы природного мышления и загрязняющим его так же, как отходы технологического производства загрязняют биосферу.

2.4.3. Информационный мусор

Результат того, что человек стал передавать для исполнения значительную часть мыслительных и творческих операций алгоритмам искусственного интеллекта, – переполнение информационного поля информационным мусором. Это ведёт к деградации природного мышления так же, как к разрушению биосферы приводит её перенасыщение материальными отходами техносферы.

Информационный мусор, продуцируемый субъектами природного интеллекта, большей частью возникает при включении в мыслительные и творческие процессы цифровых алгоритмов. Благодаря последним производство интеллектуальных продуктов существенно облегчается: компьютерные программы исправляют грамматические ошибки, могут самостоятельно компилировать тексты, осуществлять графическую обработку изображений, делать коллажи и производить монтаж визуальных данных, обрабатывать и генерировать новые звуковые дорожки. Поскольку изготовление интеллектуального продукта существенно упрощено, его количество может превышать действительные потребности. Как и в технологическом производстве: продукт, который не потребляется, оказывается побочным, перестаёт быть продуктом и становится отходом.

Процессы создания неутилизируемых отходов мышления носят кумулятивный характер. С другой стороны, продукты природного мышления вынужденно вступают в конкуренцию с продуктами цифрового мышления. Это ещё один механизм замены человека. В конечном итоге индивид может быть полностью вытеснен. Во-первых, не будет необходимости в продуктах его мыслительных и творческих способностей. Во-вторых, сами эти способности станут непригодными для эффективной работы в новых условиях. В обилии информационного мусора человечество рискует оказаться неспособным отыскать нужное для мышления информационное сырьё.

2.4.4. Механизмы «бегства от свободы» в индустриальном и постиндустриальном обществе

В обществе XXI в. обнаруживается оптимизм в связи с расширением сферы применения искусственного интеллекта. Задействованы те же механизмы, которые Эрих Фромм определил как «бегство от свободы» [41] и которые ранее обусловили возникновение тоталитарных режимов, а теперь могут вылиться в возникновение нового типа социального устройства – цифрового тоталитаризма или цифрового фашизма. Прежде чем описать его, приведём несколько цитат немецкого социолога, относящихся к процессам и состояниям психики, которые приводят к социальной несвободе и отчуждению от разума.

«Новая свобода неизбежно вызывает ощущение неуверенности и бессилия, сомнения, одиночества и тревоги. Чтобы иметь возможность действовать, человек должен как-то избавиться от этого» [41]. В большинстве своём люди «не могут без конца влачить бремя «свободы от»; если они не в состоянии перейти от свободы негативной к свободе позитивной, они стараются избавиться от свободы вообще.

Главные пути, по которым происходит бегство от свободы, – это подчинение вождю, как в фашистских странах, и вынужденная конформизация, преобладающая в нашей демократии», – пишет Фромм [41]. «Хорошая приспособленность часто достигается лишь за счёт отказа от своей личности; человек при этом старается более или менее уподобиться требуемому – так он считает – образу и может потерять всю свою индивидуальность и непосредственность» [41]. «Став частью силы, которую человек считает неколебимой, вечной и прекрасной, он становится причастным к её мощи и славе. Индивид целиком отрекается от себя, отказывается от силы и гордости своего «я», от собственной свободы, но при этом обретает новую уверенность и новую гордость в своей причастности к той силе, к которой теперь может себя причислить. И, кроме того, приобретается защита от мучительного сомнения» [41].

Приведённые цитаты описывают ситуацию, сложившуюся в XX в. и приведшую к появлению фашизма в Европе. Однако все эти утверждения и наблюдения верны и для XXI в. Разница в том, что в качестве «неколебимой вечной и прекрасной силы» выступает не государство, политическая партия с её идеологией или великая личность вождя, а алгоритмы искусственного интеллекта и цифровые технологии, лежащие в их основе. Индивид XXI в., которому в либеральных странах предоставлена большая отрицательная «свобода от», будучи не в силах преобразовать её во что-то положительное, готов отказаться от своего «я», чтобы обрести уверенность и стать причастным к великой силе цифрового мышления.

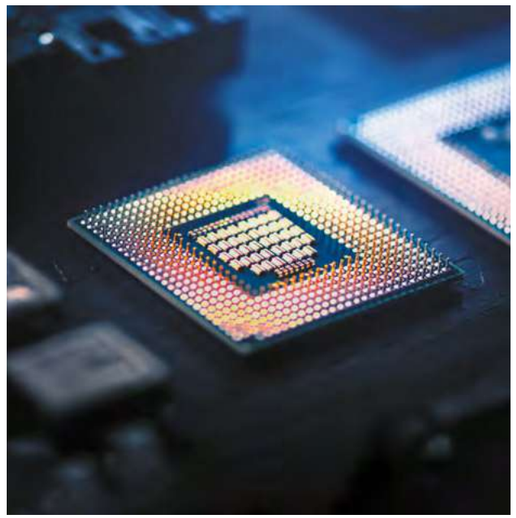
Массовый человек оказывается готов передать искусственному интеллекту право и обязанность принимать решения в максимально возможном количестве областей. Пусть цифровые друзья прокладывают за людей маршрут, руководят предприятиями и фондовыми рынками, диагностируют болезни и выдают рекомендации по их лечению, выбирают музыку для прослушивания, книги и новости для прочтения, фильмы для просмотра, осуществляют подсчёт голосов на выборах и проводят судебные процессы, принимая якобы объективные и беспристрастные решения. Люди же будут только обладать и пользоваться всем этим, являться великими ввиду величия тех невероятных вычислительных мощностей, которые окажутся в их распоряжении.

При помощи алгоритмов люди научатся улучшать генетические параметры до рождения ребёнка, а после – совершенствовать человеческое тело, вживляя чипы и принимая препараты, которые расширят возможности. Они будут способны мгновенно осваивать сложные профессии и получать необходимые знания, например за счёт систем дополненной реальности и нейросетей, интегрированных в очки, овладевая новыми языками или обучаясь управлению вертолётом. Однако они сами, т. е. их «я», при этом окажутся максимально нивелированы. С одной стороны, они станут потребителями, с другой – рабами, так как раб есть только инструмент, служащий субъекту мышления и принятия решений. Сам раб не мыслит и не принимает решений.

Цифровой тоталитаризм в первой четверти XXI в. уже не антиутопия, а новая реальность, пространство существования которой неуклонно разрастается, грозя поглотить всю человеческую цивилизацию. Тоталитаризм (лат. *totalis* – весь, целый, полный ← *totalitas* – цельность, полнота) – политический режим, подразумевающий абсолютный (тотальный) контроль государства над всеми аспектами общественной и частной жизни. Повсеместное внедрение гаджетов и алгоритмов искусственного интеллекта осуществляет работу по предоставлению инструментов контроля лучше, чем любая из когда-либо действовавших полицейских служб.

Цифровой тоталитаризм намного страшнее всех ранее существовавших систем подобного толка потому, что субъект власти и контроля в нём обезличен. Вместо человека (политика, полицейского или соседа по коммунальной квартире) функции контроля и принятия ряда решений о поощрении или наказании выполняет искусственный интеллект – якобы нейтральный и объективный. Обыватель не может усмотреть в его действиях никаких злых намерений, а значит, ему остаётся только смириться, приняв происходящее как должное, как некие природные силы, которые, однако, таковыми не являются.

Пессимистический сценарий развития событий вовсе не обязательно предполагает восстание машин и физическое уничтожение ими людей. Вероятно, люди будут устранены иным образом – ментально. Они просто перестанут быть мыслящими существами, делегировав это качество машинам, и тем самым прекратят своё существование как вида. История человека разумного на этом закончится, ему на смену придёт человек цифровизованный, биоцифровой конвергент.



2.4.5. Человек цифровизованный

Человек цифровизованный – потенциально новый вид живых существ, вид рода Люди (*Homo*) из семейства гоминид в отряде приматов. При определённых обстоятельствах он сможет иметь особенное физиологическое строение, а также внешность, поведение. Его главная отличительная характеристика – внедрение в организм различного рода химических препаратов и электронных устройств; опосредованность большей части ментальных процессов алгоритмами искусственного интеллекта, интегрированного в глобальную информационную сеть. По сути, жители технологически развитых стран к концу первой четверти XXI в. уже имеют многие признаки человека цифровизованного, возникновение которого обусловлено увеличением роли гаджетов, а также получаемой и обрабатываемой с их помощью информации. Решающим шагом в контексте предполагаемого эволюционного скачка должно стать объединение биологических и цифровых технологий в единую систему регулирования человеческого состояния и поведения. На сегодняшний день люди уже вплотную приблизились к этому с точки зрения технической осуществимости подобной системы [38]. Если она сформируется, то вероятность становления глобального цифрового тоталитаризма возрастёт на порядки.

Для того чтобы более отчётливо увидеть тенденцию замены человека компьютером в области интеллектуальной деятельности, приведём статистическую информацию [42], сообщающую, что на протяжении XX в. уровень интеллекта в среднем существенно вырос. Подобное явление названо эффектом Флинна – статистический феномен, выражающийся в постепенном повышении показателей коэффициента интеллекта (IQ) с течением лет как в отдельных странах, так и в целом мире. Данный процесс представляется парадоксальным: рост наблюдался в рамках десятилетий, поэтому затруднительно объяснить его факторами эволюционно-генетического толка как буквальное «поумнение» человеческого рода.

Джеймс Флинн показал [42], что с 1934 по 1978 г. средний IQ жителей США увеличился на 15 пунктов – примерно на три пункта за каждое десятилетие. Аналогичные исследования в других странах дали схожие результаты. Так, новозеландский психолог описал повышение на 20 пунктов IQ голландских призывников с 1952 по 1982 г. Однако проведённые после 2000 г. эксперименты продемонстрировали спад эффекта Флинна: рост IQ замедляется, прекращается или даже сменяется спадом. В 2004 г. данные об IQ норвежских призывников показали, что после середины 1990-х годов рост остановился и сменился спадом. Исследования, выполненные в 2005 и 2008 гг., выявили, что результаты тестов на IQ датских призывников росли с 1959 по 1979 г. на три пункта в десятилетие; за 1979–1989 гг. увеличились только на два пункта; за 1989–1998 гг. – на 1,5 пункта; за 1998–2004 гг. снизились на те же 1,5 пункта. В дальнейшем ситуация усугублялась. Важно, что переломный момент, когда после продолжительного периода роста интеллектуальные способности людей пошли на спад, хронологически точно совпадает с началом компьютеризации общества. Природное мышление при наличии альтернативы (замены) оказывается просто избыточным.

Цивилизационное развитие достигает своей кульминации, обретая возможность замены не только окружающей человека природной среды, но и самого индивида в его природном измерении. Если учитывать, что человечество благодаря этому получает в своё распоряжение новые небывалые вычислительные возможности, а человек цифровизованный кому-либо может показаться сверхчеловеком, то такая ситуация иногда оценивается как прогрессивная. Некоторые считают [38], что передать функцию и право принятия ключевых решений достаточно развитому искусственному интеллекту – благо. Однако, прежде чем согласиться с подобными утверждениями, необходимо разобраться, способен ли искусственный интеллект выполнять роль, какую ему сулят и какую он уже берёт на себя.

2.4.6. Принципиальная ограниченность искусственного интеллекта

Люди считают автоматическую систему управления автомобилем интеллектуальной системой и, более того, уверены, что автоматизированный автомобиль управляется искусственным интеллектом. Так ли это? Является ли на самом деле «умным» дом, в котором с помощью смартфона можно открыть форточку, хотя в этом доме жить некомфортно, а иногда и опасно для здоровья? Можно ли назвать «умным» городом место проживания и работы миллионов людей, где на улицах «умные» «зелёные» электромобили ежегодно убивают сотни жителей, включая детей, как ранее их убивали в автокатастрофах экологически грязные автомобили, оснащённые двигателем внутреннего сгорания? Под электромобилями в асфальт так же «закатана» почва, в них так же, как в обычных автомобилях, нужно часами стоять в пробках и дышать канцерогенными испарениями от разогретого на солнце асфальта и продуктами износа шин и дорожного полотна.

На каком вообще основании электрическая энергия считается самой безопасной и самой экологически чистой

для тех же электромобилей? По факту она безопасна только в месте своего потребления, а не в месте своего производства:

- экологические катастрофы в Чернобыле и Фукусиме – результат промышленного производства электрической энергии, полученной от атома;
- кислотные дожди, глобальное потепление и разрушение защитного озонового слоя планеты – попутный продукт работы тепловых электростанций;
- затопленные тысячи квадратных километров полей и лесов – результат строительства плотин гидроэлектростанций, которые не только преграждают пути миграции рыбы, но и перемалывают своими турбинами всё живое, спуская вниз по течению питательный бульон для размножения патогенной микрофлоры;
- ветряки, которые убивают миллионы птиц [43], так как те не видят вращающиеся лопасти турбины. Кроме того, лопасти, скорость движения которых может достигать скорости звука, создают мощные шум и вибрации (от низкочастотных до высокочастотных, из-за чего в округе погибают земляные черви – источник плодородия почв) и делают невыносимой жизнь людей даже в нескольких километрах от таких якобы «зелёных» электростанций;
- гудящие провода высоковольтных линий электропередач, под которыми нельзя что-то выращивать и пасти скот, да и жить и работать рядом опасно для здоровья из-за мощного переменного электромагнитного поля [44].

Можно спорить о том, насколько сложным механизмом является электромобиль и насколько сложно им управлять с помощью шести простых действий: «газ», «тормоз», «вперёд», «назад», «влево», «вправо». Однако поскольку само понятие интеллекта пришло от человека разумного – вершины совершенства живой материи, то необходимо найти суть этого термина не в математике и физике, не в философии и бизнесе, а в понятии «Жизнь», т. е. в живых организмах.

Базовая структурная единица любого живого организма – молекула ДНК, где записана вся его генетическая информация. В данной молекуле имеются сотни миллиардов деталей – атомов различных химических элементов [45], встроенных в чётко определённых местах в молекулярно-пространственную конструкцию высочайшей сложности. В электромобиле же насчитывается всего несколько тысяч деталей. Значит, молекула ДНК с инженерной точки зрения невообразимо сложна – она сложнее электромобиля в миллионы раз. ДНК сложнее даже всех инновационных технологий, вместе взятых, созданных тысячами поколений людей нашей цивилизации (суммарно около 100 млрд человек, живших на планете) за продолжительную человеческую историю (более миллиона лет, начиная от изобретения костра): болтов и гаек, мостов и небоскрёбов, двигателей внутреннего сгорания и турбин, ракет и самолётов, автомобилей и железных дорог, компьютеров и смартфонов, а также тысяч и тысяч других инженерных технологий.

Молекула ДНК сложнее и всей неживой части нашей огромной Вселенной (т. е. без планеты Земля), простирающейся на десятки миллиардов световых лет, состоящей из триллионов триллионов планет, звёзд, галактик и скоплений галактик. Ведь Вселенная, по одной из теорий появившаяся из сингулярности в результате Большого взрыва, формировалась в течение миллиардов лет (в процессе расширения энергии и вещества в трёхмерном Пространстве) случайным образом под воздействием возникших в сингулярности физических закономерностей, в частности гравитации, которые люди затем назвали законами физики – именно они и есть те «гены», создавшие нашу Вселенную. Такие мёртвые (т. е. неживые) физические «гены» можно описать значительно более простыми математическими формулами, чем гены молекулы ДНК, дающие жизнь. Образование планет, звёзд, галактик и их скоплений происходило в основном под влиянием всего лишь одной из особенностей материи – присущей ей гравитации [46]. Этот главный «ген» роста и развития Мироздания выполнил свою важную миссию: собрал водород в звёзды и зажёг их, в том числе и Солнце; создал чёрные дыры, сформировавшие вокруг себя галактики; собрал камни и звёздную пыль в планеты, в том числе и Землю (удержав при этом атмосферу, иначе газовая оболочка нашей планеты улетела бы в космос), на которой затем и зародилась жизнь, возможно, единственная в бескрайней Вселенной. Слишком бесконечно мала вероятность её случайного возникновения.

Индустрия складывается из своих индустриальных «кирпичиков»: узлов, механизмов, оборудования, различных технологических процессов и материалов, из которых затем строятся заводы, электростанции, дороги и другие промышленные системы стран, регионов и земной техногенной цивилизации в целом. При этом вся её индустриальная мощь – земная техносфера – по своему интеллектуальному потенциалу, как и весь интеллектуальный потенциал всех людей, живших на Земле и в течение тысяч поколений создававших эту техносферу, как обосновано выше, сильно уступает интеллекту Творца, изобретшего такой «простой кирпичик» любого живого организма (а не жизни и биосферы в целом), как молекула ДНК.

Ещё в миллионы раз сложнее ДНК каждая живая клетка любого живого организма, а их, например, только в организме

взрослого человека насчитывается примерно 40 трлн [47]. В клетках есть свои дороги, мосты, электростанции, заводы, фабрики, стапели, станки, биореакторы – там одномоментно происходит порядка 50 000 сложнейших биохимических (а не простых химических) реакций! Из этих клеток, которых около 230 типов, сложены все ткани, органы и системы нашего организма: 850 мышц, 208 костей, 230 суставов, 10 основных систем, 78 органов, десятки желёз, миллиарды эндокринных клеток, вырабатывающих тысячи совершенно разных секретов, гормонов и биологически активных органических веществ, регулирующих сложнейшие биохимические реакции – метаболизм в клетках и органах.

Кроме того, человеческое тело наделено сложнейшей внутренней транспортной системой – более 100 млрд только кровеносных сосудов общей длиной около 100 000 км с 25 трлн «транспортных средств» [48], т. е. эритроцитов крови (если расположить все эритроциты в одну линию, вплотную друг к другу, то она протянется почти на 200 000 км), а также имеет свою информационную сеть – нервные волокна общей длиной около 150 000 км. Вместе с тем существует огромное множество всевозможных связей (энергетические, информационные и продуктовые) как внутри организма, так и с внешним миром, точное количество которых вычислить нереально: оно, скорее всего, будет больше, чем гугол, а это число невообразимо большое.

По своей инженерной сложности, а Творец, безусловно, был инженером (но никак не банкиром, политиком, экономистом, философом, священником или олигархом), человеческий организм сложнее всего того, что создала наша инженерная цивилизация за всю историю своего существования, в мириады мириад раз, причём более точного значения этой сложности, чем абстрактные «мириады», привести невозможно.

Представим себе человека, лежащего в коме. Его организм функционирует нормально, органы и системы работают исправно, при этом работой данного гиперсложного творения управляет его же мозг без чьей-либо посторонней помощи. У такого человека нет только сознания. Можно ли сказать, что в подобном состоянии он обладает интеллектом? Конечно же нет.

Люди стали называть термином «искусственный интеллект» примитивные системы управления технологическими процессами, тем же автомобилем, с помощью примитивных же машин – железяк-компьютеров, а по сути, быстродействующих калькуляторов. У такого «интеллекта» нет сознания, духовности, мировоззрения, морали, этики,

нравственности, культуры, целеполагания. Очевидно, что умение быстро считать и управлять какими-либо процессами, как технологическими, так и жизненными, не входит в понятия «ум» и «интеллект».

Главная причина возникновения представлений о том, что цифра должна руководить индивидом, социумом и человечеством в целом, состоит в стремлении «мировой элиты» к получению сверхприбыли при бесконтрольном и безответственном управлении человечеством, низведённым до уровня цифрового биоробота-конвергента, где каждое оцифрованное человекоподобное существо станет лишь безликим муравьём или рабочей пчелой в рое.

С инженерной точки зрения попытка образования «дивного нового мира» инклюзивного капитализма ничуть не лучше идеи создания мира, в котором, например, полётом примитивного самолёта Boeing будет управлять невероятно сложно устроенный вирус, например COVID-19. О том, что созданный Творцом простейший вирус невероятно сложнее любой самой сложной рукотворной машины, что подробно описано выше, говорит хотя бы тот факт, что самолёты человек умеет проектировать, изготавливать с нуля и затем совершенствовать, в том числе изобретя автопилот, чтобы они ещё лучше летали. А вот вирус – нет, человек не способен его сконструировать с нуля, от атома к атому, он умеет только кое-как модифицировать природный вирус, совершенно не понимая отдалённых последствий такой инженерной трансформации.

Управлением простыми системами должны заниматься более сложные, а не наоборот, как это планируется сделать в создаваемой в XXI в. виртуальной вселенной. Более того, управляющая система должна быть сложнее управляемой на много-много порядков. Тем же самолётом не сможет управлять, например, комар, в миллионы раз более сложный, чем вирус, и даже обезьяна, ещё более сложно устроенная. «Успехи» так называемого искусственного интеллекта (все они мнимые, а не реальные) обусловлены не тем, что он якобы очень умный, а тем, что его породил и сопровождает творец – человек-интеллектуал, инженер. Причём не один, а социум, и не просто социум какого-то отдельно взятого африканского племени, а всей земной инженерной (т. е. индустриальной) цивилизации.

Именно цивилизация дала каждому человеку главные составляющие его личностного интеллекта – осознанность, духовность, нравственность, культуру, целеполагание, багаж знаний, в том числе научных, сформированных в течение тысяч и тысяч поколений развития *Homo sapiens* и земной индустрии в целом, что, собственно, и позволило разработать быстродействующую вычислительную цифровую машину. Значит, мертворождённое (потому что не является живым), неразумное и бездуховное дитя технологического прогресса под названием «искусственный интеллект» ни в коем случае не должно руководить своим создателем – человеком, обладающим настоящим живым интеллектом. Иначе всё будет, как в истории с самолётом, управляемым вирусом, комаром или обезьяной: взлетев, такой «умный» аппарат непременно разобьётся. Хотя бы по той простой причине, что, даже научившись управлять техникой, комар не научится использовать её целесообразно, например заправлять топливом, которое ещё нужно где-то произвести и затем доставить к самолёту.

Сущность цивилизации, состоящая в том, чтобы установить порядок, параллельный или альтернативный природному, в предельной перспективе может реализоваться лишь в трёх сценариях.

Первый – глобальное угнетение всего живого и вытеснение (замена) его искусственным.

Второй – отказ от цивилизационного (технологического) пути развития и возвращение в дикость, сопровождаемое торжеством природы.

Третий – установление баланса между природой (живой и неживой) и искусственными формами организации материи и мысли.

Последний сценарий возможен только при строгом разграничении техносферы и биосферы, включая сегментирование областей применения цифрового и природного мышления. Необходимо, чтобы технологии виртуальной реальности служили действительному (реальному) миру, а не наоборот, как это пытаются сейчас позиционировать в качестве некоего вселенского блага от инклюзивного капитализма.

Инженерия в проектах, связанных с искусственным интеллектом, достигает своего апофеоза и теряет связь с реальностью. С одной стороны, в виде индустрии она уничтожает её, загрязняя отходами. С другой стороны, она подменяет реальность рафинированными искусственными конструктами. Инженерия ведёт войну с природой, хотя и не ставит перед собой таких целей. Она вообще не ставит целей, но оказывается только инструментом их достижения. Сами же цели диктуются властью, овеществлённой в капитале или системах государственного подавления. Вместе с тем только инженерия может и должна стать целеполагающим принципом. Только инженерия может спасти цивилизацию и мир.

Необходимо отказаться от продолжения существования в формате технократической цивилизации, которая заменяет живое мёртвым. Цивилизация должна стать инженерной, чтобы не техника, а живое и главное в человеке начало – Разум – управляло миром.

3. Ценностное измерение инженерии

3.1. Почему только инженеры могут спасти мир

Только инженеры могут спасти мир. Только они способны вывести человечество с ложного пути, по которому направляют его так называемые «элиты» XXI в., выросшие из таких же самозванных и самоназначенных «элит» предшествующих веков. Почему ложного? Потому что он противоречит жизни и природе.

Представление о том, что будущее цивилизации заключается в возврате к состоянию, похожему на первобытность, – неестественно и чудовищно. Возможно ли считать, что наилучшим для человечества будет искусственное сокращение популяции, замена людей роботами и искусственным интеллектом, тотальный контроль сознательной и физической жизни при помощи цифровых и биохимических технологий? Перечисленное предполагает максимальное удаление, уход от всего естественного и природного ко всему искусственному и рукотворному. И если природа – критерий добра (а это так, и я сейчас скажу почему), то предлагаемое направление движения приведёт к абсолютному злу – сатанизму в чистейшем виде.

Жизнь и природа – критерии истины, доброты и красоты потому, что они стоят над всем и не имеют больших определений и определённостей, чем те, что заложены в них самих. Из всего живого, что доступно нашему познанию, только человек привносит в мир что-то ещё помимо природного начала. В христианстве это называется свободной волей. И состоит такая способность в том, чтобы не только следовать природным законам, но и пользоваться ими для своих нужд и даже идти против них, что и является причиной зла, лжи и уродства, производимых человеком. Убийство живого существа само по себе не является злом, если это делается согласно природе для того, чтобы добыть пищу. Однако убийства, совершаемые человеком ради наживы, власти или извращённого наслаждения, – это зло, ложь и уродство. С другой стороны, в науке истинным будет только то утверждение, которое соответствует природному устройству изучаемого объекта. В искусстве только то прекрасно, что раскрывает природу изображаемого предмета. Наконец, в инженерии наиболее эффективно такое устройство, которое наилучшим образом использует природную энергию и в наименьшей степени разрушает природу.

Если природа и жизнь – это абсолютные ориентиры для человека, то они призваны быть такими же и для всего человечества, для цивилизации. С этих позиций мы, как и всё живое, должны стремиться расти, приумножаться численно, развиваться физически и духовно, занимать новые территории, причём гуманно – не нарушая и тем более не разрушая их. Необходимо наращивать производства, расширять индустрию, добывать и перерабатывать всё больше и больше, двигаться всё быстрее и быстрее. Главное здесь, в индустриальном векторе развития многомиллиардной цивилизации, – не войти в клинч с Живой Природой, домом, заселённым жизнью около 4 млрд лет назад, – биосферой планеты Земля. Только такой путь, согласно принятому тезису о природе как критерии истины, является истинным. Но возможен ли он? Или мы и вправду превысили пределы ёмкости нашей планеты? Или и вправду для человека единственный способ последовать природе – пойти против неё? Пойти на самоубийство? На разрушение всего, что было создано? На самоограничение, самооскопление? Получается, что люди вообще представляют собой некое недоразумение, нелепую ошибку, тупиковое ответвление эволюции?

Инженерия стала системообразующим для современной цивилизации элементом. Мир определяется и контролируется техникой, изобретаемой и обслуживаемой людьми. Эта техника убивает всё живое, включая тех, кто служит ей. Кто может изменить ситуацию? Только те, кто умеет управлять техникой, проектировать и оптимизировать её.

Человечество не в силах отказаться от индустрии. Как говорил Вольтер, вернуться назад к природе можно, но для этого придётся стать на четвереньки. В случае отказа от техногенного пути развития большая часть человечества вымрет. Следовательно, если мы не можем отказаться от индустрии и вместе с тем хотим сохранить пригодными условия для своего выживания, то должны изменить индустрию. Это способны сделать только инженеры, создавшие промышленного левиафана.

Инженерными средствами устранить проблемы, созданные инженерией, по аналогии с известным «Врач, исцели самого себя» – такова экзистенциальная задача XXI в. Приоритеты должны быть расставлены. Из всех ценностей высшей должно стать разумное обустройство окружающего мира. Потому, что именно эта ценность в XXI в. может обеспечить для человечества условия сохранения и возрастания.

Из всех слоёв и прослоек общества, способных претендовать на решающий голос, только инженеры могут это делать по праву и обстоятельствам. Политики вне зависимости от взглядов и партийной принадлежности всегда будут озабочены только властью. Для этого они неизбежно должны всё делить – пространство, ресурсы, влияние на сознание людей. Чем больше у тебя всего, тем больше твоя власть, но ты никогда не сможешь обладать всем, пока где-то есть другой властолюбец с развязанными руками.

Если ты финансист, ты озабочен цифрами и скоро удалишься от реальности. Осмысление мира через финансовые отношения – чудовищно и убийственно по своей сути. Человеческие жизни и великая природа становятся потоками стоимостей и котировок. Цель банкира – нажива. Ничто реальное не берётся в расчёт, и всем (даже планетой) можно пожертвовать за хорошую сумму. Почём планета?! Религия утратила консолидирующую мощь, какой обладала когда-то. Попы и ксёндзы предлагают искать спасение в другом мире, в то время как этот мир, раздираемый политиками и финансистами, гибнет. Искусство – эфемерно, наука – безучастна. Остаётся только инженер – слуга людей, который для их спасения должен сам стать господином.

3.2. Почему инженеры не управляют миром

Революционный инженерный дух меняет целые эпохи, когда начинается взрывное развитие транспортной, топливно-энергетической, металлургической, машиностроительной, химической, микроэлектронной, строительной, сельскохозяйственной и иных отраслей. Что же касается самих изобретателей, то управленческое и коммерческое измерение присуще им в некоторой степени, но лучше всего они проявляют себя именно в царстве точных наук.

Инженеры как будто живут в собственном мире, не связанном с остальной человеческой Вселенной. Ими движут идеи. Вокруг идеи объединяются несколько верных мечте энтузиастов. Они занимают самые скромные производственные помещения и развиваются до полного цикла изготовления различных механизмов, многокилометровых конвейеров, непрерывной линии сборки автомобилей за 10 секунд, боевых самолетов за 1 час, корпораций, полноценно влияющих на геополитику. Инженеры часто стоят у истоков этих организаций. Бывает, что они, изначально малозаметные и неимущие, стоят у истоков целых отраслей. А потом почти всегда инженеры уходят в тень.

Общее управление разросшимися техногенными гигантами от семей основателей передаётся тем, кто более сведущ в законодательно-правовом и коммерческом отношении, лучше осведомлён о мировом балансе сил и политических конъюнктурах. Инженерная мысль, спотыкаясь о массовое производство, бесконечное увеличение прибыли и всевозрастающий дух наживы, вновь возвращается к самой себе. Именно из этого уединённого строгого интеллектуального мира инженеры привносят в мир обывателей свои принципиально иные ошеломляющие идеи, которые встречают сначала отторжение, затем осторожное принятие и, наконец, всеобщее восхищение.

Из дневников Николы Теслы: «Стоит мне только подумать – и я вижу целостную картину. Такое впервые случилось со мной в 1882 г. в Будапеште, когда во время прогулки по парку я вдруг увидел схему двигателя, работающего от переменного тока. Ещё не поняв, что происходит, я начал быстро чертить схему тростью на песке, потому что до того дня у меня не было привычки всегда носить с собой блокноты и карандаши» [49].

Государство всегда стремилось поставить этих уникальных людей – инженеров, изобретателей, учёных – себе на службу, дабы обеспечить преимущества и более выгодные позиции в конкурентной гонке за первенство среди других держав. Не особо вдаваясь в суть исследований и глубину инженерных изысканий, власть имущие в основном интересовались практическим значением открытий и изобретений. И ведь здесь нет противоречия – нельзя служить двум господам: либо инженер поглощён открытием и познанием закономерностей, существующих в природе, созиданием новых форм вещей и процессов, конструированием устройств, способных помочь в более совершенном исследовании мира, либо он стремится к накоплению власти, участвует в борьбе за лидерство и господство, стремится упрочить власть, оберегает её и сам служит её осуществлению.

Игорь Курчатов, родоначальник советского атомного проекта, возглавил в 1943 г. специальную лабораторию согласно секретному предписанию Иосифа Сталина «Об организации работ по урану». Коллеги отзывались об учёном как о талантливом и энергичном организаторе инженерных работ, который в то же время самостоятельно отвечал за решение сложных научных задач. Соратниками легендарного физика являлись чиновники и управленцы, отвечавшие за срочное исполнение промышленных заказов, строительство предприятий, развитие добычи и переработки урановых руд, координацию различных начинаний. Сам же Курчатов был на острие решения задачи, которая всецело поглотила его, поэтому иногда мог дежурить в реакторном зале, рискуя получить смертельную дозу облучения. Именно таким увлечённым создателем первых в мире атомных реакторов и электростанций предстал этот советский учёный. И бессмысленно было бы пытаться вообразить его вовлечённым во внутрипартийную борьбу за власть или агитирующего в пользу всеобщего равенства, свободы и братства, при этом смиряя неугодных и непокорных волнами массовых репрессий на пути к утверждению тоталитарного общества.

Государство всегда заинтересовано в использовании людей науки, инженеров для защиты и укрепления влияния и власти. Поэтому поощряет или нейтрализует таких людей в зависимости от того, что именно нужно в конкретный исторический момент. За исключительные заслуги в деле решения проблемы использования атомной энергии Курчатов был удостоен почётных званий, премирован суммой в 500 000 советских рублей и получил в подарок машину.

Другой пример крайней заинтересованности государства в инженерных открытиях в области ракетостроения произошёл сразу после Великой Отечественной войны. Тогда разведка США вывозила в свою страну немецких учёных гитлеровской Германии. Власть в Америке отнюдь не смущало, что отцом так называемой американской космической программы стал член НСДАП, штурмбаннфюрер СС Вернер фон Браун. Ему и другим немецким учёным в рамках операции «Скрепка» придумали новые биографии, в которых не было упоминания о членстве в нацистской партии. Так США «отмывало» от нацизма нужных ей учёных и предоставляло им возможность спокойно жить и работать на благо Америки. Известно, что при строительстве ракет использовался принудительный труд заключённых концлагерей – многие люди погибли. Их было больше, чем тех, кто пострадал от применения самой ракеты в качестве оружия. Однако фон Браун и другие «полезные» люди не подверглись преследованиям и не попали на Нюрнбергский процесс. Таким образом, в прошлом веке СССР стало державой, которая построила первую атомную электростанцию, а США – страной, которая сконструировала первую ядерную бомбу...

В XXI в. инженеры, как и прежде, играют важнейшую роль в развитии цивилизации. Речь идёт не только о поддержке и эксплуатации всего созданного на благо человечества, но и о неустанном развитии новых технологий. Статус и оплата инженерных компетенций сегодня варьируются в зависимости от специализации. Согласно отчёту Bureau of Labor Statistics в 2019 г. средняя зарплата инженеров в США составила 94 000 USD в год, при этом зарплата самых высокооплачиваемых инженеров – более 150 000 USD в год. В Германии, которая является одним из признанных лидеров в области инженерии и имеет высокий уровень зарплат для инженеров, – в среднем 65 000 USD в год. В Китае инженерия развивается быстрыми темпами. Многие иностранные компании инвестируют и разрабатывают свои проекты, ориентируясь на Китай, что приводит к высокой востребованности специалистов в самых различных областях. Согласно отчёту Hays Asia Salary Guide инженеры в Китае могут зарабатывать более 30 000 USD в год. В Индии – около 10 000 USD в год. Несмотря на такую разбежку и в каких-то случаях внушительные суммы, оплата, полагающаяся инженерам, не идёт ни в какое сравнение с доходами биржевых спекулянтов, торговцев оружием и ресурсами, политиков, директоров транснациональных компаний.

Мы видим, что инженеров используют в качестве обслуживающего персонала для создания и обустройства материального мира в глобальных целях государства или в работе на частный капитал. Почему же тогда инженеры не управляют миром? Ведь он создан инженерами, поддерживается и развивается ими. С ростом технологического развития потребность и зависимость от технически грамотных людей во всём мире только увеличивается. Вместо этого мы наблюдаем процессы закрепощения инженеров, распределение их по отраслевым сегментам и хозяйствам с целью эксплуатации. Получается, что вдохновителям и изобретателям мира приходится ещё и бороться за свои права, отстаивать приемлемые условия труда и добиваться самых простых и необходимых для жизни благ, – в то время как выгодополучателями являются носители власти и обладатели капиталов. Именно они решают вопросы распределения благ, устанавливают удобные законы и исключения и в значительно большей степени озабочены только своими финансовыми интересами.

Как бы ни был несправедлив мир и какие бы время от времени ни поднимались волны возмущения угнетённых своими угнетателями, а всё равно мир приходит к схеме, в которой под разной, более или менее красивой обёрткой происходит эксплуатация абсолютного большинства меньшинством и действуют узаконенные способы воровства. В XIX в. пролетариат США и стран Европы приложил максимум усилий, чтобы добиться сокращения рабочего дня до 8 часов. У рабочих некоторых отраслей, трудящихся в сложных условиях, например под землёй, появилась возможность хотя бы относительного отдыха. Однако в спорах о возможности регламентировать продолжительность рабочего дня судебная практика занимала в основном сторону предпринимателей. На протяжении целого века потребовалось множество массовых выступлений рабочих, чтобы изменить эту ситуацию. Во все времена выгодополучатели нехотя шли на уступки и уж точно никогда не желали делиться властью. К сожалению, история не знает примеров полной добровольной передачи власти инженерам.

Можно сделать вывод: инженерная мысль, как и любая созидательная, – страсть самодовлеющая. Она сама по себе настолько значима и увлекательна, что может заслонить собой весь остальной мир. И что бы ни происходило, как бы низко ни оценивался инженерный труд, он тем

не менее, будучи призванием, сам создаёт внутренние законы и смыслы, по которым живёт творческий человек. В этом отношении он гораздо честнее, устойчивее и более предсказуем, чем мир, в котором тысячелетия длится безжалостная борьба за власть. Последняя есть как раз стремление управлять миром – и в этой гонке издревле участвовали люди самых разных профессий, которые далеко не всегда были самыми лучшими, но всегда имели большие амбиции. Качества, необходимые для этой борьбы, могут сочетаться с инженерным гением, однако рано или поздно всё равно всем приходится выбирать что-то одно и всей своей жизнью давать ответ на вопрос: «Кем же ты был: инженером, бизнесменом или политиком?» Потому что одна страсть всегда будет преодолеваться другой, более сильной и захватывающей. К несчастью, инженерная мысль как страсть (так же, как и борьба за власть) сама по себе лишена нравственного подтекста и поэтому являет собой просто волевой акт.

3.3. Власть против инженеров

Инженеры часто оказываются неугодны. Есть сведения, что во времена русского царя Иоанна Грозного жил человек, изобретший крылья. Холоп по имени Никита построил летательный аппарат из дерева и кожи. Он взбирался на колокольню и планировал над крепостью, называвшейся Александрова слобода. О полётах узнал царь, который приказал: «Человек не птица, крыльев не имат. Аще же приставит себе аки крылья деревянны – противу естества творит… За сие дружество с нечистою силою отрубить выдумщику голову… А выдумку, аки диавольскою помощью снаряженную, после божественныя литургии сжечь» [50]. Однако, когда у того же правителя инженеры закладывали заряд под стены вражеской цитадели или вооружали элитное войско стрельцов ружьями и пушками для убийства, это считалось нормальным, не богомерзким.

До XVIII в. профессия инженера соотносилась исключительно с военными устройствами – оружием, оборонительными и осадными сооружениями. Власть никогда особо не нуждалась в оптимизации мирной жизни техникой. То, что однажды произошла научно-техническая революция, – результат восстания инженеров. К ним никто не взывал, их никто не приглашал менять мир. Они сделали это исходя из собственной инициативы, вопреки всем препонам и риску для жизни.

Во многих случаях власть просто не слышит инженеров. Даже основоположник генетической инженерии Грегор Мендель не нашёл отклика на своё изобретение. Его доклад, в котором были описаны ключевые для будущей Зелёной революции законы, не вызвал ни интереса, ни дискуссии. Остались незамеченными его опыты по гибридизации растений и скрещиванию мышей. В итоге он коротал старость за занятием пчеловодством. В 1860-х годах людей интересовали паровые машины, а не горох. Постоянно случавшийся в Европе и её колониях голод, приносивший множество смертей, никого не волновал. Деньги делались на другом. Только полвека спустя, когда инерция индустриальной революции пошла на спад и мир приблизился к глобальному кризису Первой мировой войны, открытия Менделя смогли получить зелёный свет. Однако и тогда не обошлось без эксцессов.

В 1930-х годах, когда генетика развивалась во всём мире, в СССР власти решили весь мир обогнать и, как азартные игроки, поставили всё на технологию, по непроверенным заверениям авторов позволявшую за кратчайшее время, без многолетних работ по селекции новых сортов, повысить урожайность в пять раз. Осмелившиеся идти вразрез с линией партии инженеры были репрессированы. В их числе оказался и выдающийся генетик-инженер Николай Вавилов.

В случае с Вавиловым государство, по видимости, преследовало благие цели. На деле же оно заботилось о собственной власти и обогащении. Сельхозпродукция к этому моменту должна была стать одной из главных статей экспорта. Но этого не удавалось достичь, хотя и очень хотелось. Судить о том, насколько сильным было такое желание, можно по опыту 1930 г., когда неожиданно объём продажи зерна за границу превысил в пять раз показатель предыдущего 1929 г. Оказалось, этот продукт просто изымался у крестьян, что стало одной из причин массового голода, в том числе в Украине в 1932–1933 гг. Властям требовался быстрый результат, неважно какой ценой, включая и цену человеческих жизней.

В конечном итоге давление политики на инженеров в области сельского хозяйства в 1930-е годы стоило стране сильного отставания биотехнологий СССР от Европы. Власть получила чрезмерный контроль над инженерией, по сути, официально сведя всю работу по техническому совершенствованию экономики к деятельности государственных институтов. Как только власть стала абсолютной, она продемонстрировала свою примитивную звериную сущность, погнавшись, как говорят в России, за коротким рублём.

В случае если власть распределена через капиталистическую систему, противодействие инженерии ведётся через субъекты экономических отношений, а не напрямую, как в приведённом примере с СССР. В разное время на пути прогресса становились профессиональные сословия, крупные землевладельцы или хозяева отраслей.

Важное изобретение (наряду с паровой машиной), ознаменовавшее начало промышленного переворота, – механическое прядильное устройство новой конструкции. Оно было создано англичанином Джеймсом Харгривсом в 1765 г. и получило название «прялка Дженни», по имени то ли жены, то ли одной из дочерей. Компактный и относительно доступный станок в шесть раз увеличивал производительность по сравнению с имевшимися альтернативами. При этом, чтобы запустить «Дженни», требовался один человек. Это означало, что как минимум пятеро прядильщиков лишались работы. Новшество вызвало сильное недовольство. Харгривс успел собрать и продать совсем немного машин, когда его дом и находившееся в нём оборудование сожгли дотла в ходе вооружённого налёта. Этот случай, вероятно, первый в истории, показавший, как конкуренция побуждала идти войной против новой техники.

Когда Джордж Стефенсон проводил свои первые испытания, он вынужден был нанимать огромного роста боксёров, чтобы те шли перед паровозом и отгоняли вооружённых вилами крестьян, намеревавшихся разнести «огнедышащее чудовище» в щепки. При строительстве первой коммерческой междугородней линии между Стоктоном и Дарлингтоном инновациям начали сопротивляться землевладельцы – их реакция была мгновенной. Уже при первом рассмотрении проекта в парламенте запротестовал лорд Дарлингтон, которому не понравилось, что маршрут пройдёт через его угодья, где аристократ любил поохотиться на лис. После некоторых дебатов и задействования охотником связей на высшем уровне предложение о строительстве было отклонено. Авторам проекта пришлось изменить его так, чтобы обойти земли Дарлингтона, и железную дорогу построили. Однако ещё почти десятилетие новые транспортные системы не будут восприниматься хозяевами земли, по которой предполагалось проложить рельсы. Протестующие составляли коллективные письма в инстанции, собирали подписи и др. В качестве аргументов говорили, например, что из-за шума и дыма коровы перестанут давать молоко, деревья – плодоносить, куры – нести яйца, а находящиеся вдоль дорог дома сгорят, трактиры окажутся разорены. Как видно, доводы приводились сугубо экономические.

Помимо землевладельцев недовольство высказывали судоходные компании и компании, управлявшие каналами. На маршруте «Манчестер – Ливерпуль», где Стефенсоном была проложена первая в истории полноценная коммерчески эффективная железная дорога, именно каналы долгое время являлись основными транспортными артериями. Естественно, что взбудоражились также дорожные тресты и владельцы дилижансов. Соответственно, проблемы возникли с самого начала строительства. На геодезистов нападали с камнями, вилами и другим оружием. Разгорались настоящие сражения, в ходе которых атаковавшие норовили в качестве военных трофеев отнять теодолиты. Снова (на сей раз для охраны оборудования) Стефенсону пришлось прибегнуть к помощи профессионального боксёра – местного чемпиона. Иногда геодезисты были вынуждены работать исключительно по ночам, в то время как люди одного из совладельцев каналов по фамилии Брэдшоу, являвшегося к тому же землевладельцем на интересовавшем железнодорожников участке, наугад стреляли из ружей в разные стороны. Кроме того, Брэдшоу распространял листовки, живописующие ужасы, которые повлечёт за собой прокладка рельсов. Но, несмотря ни на что, дело было сделано [51].

Очень скоро англичане смогли убедиться в эффективности новой технологии. Акционеры дороги получали до 10 % дивидендов ежегодно. Землевладельцы постепенно осознавали неизбежность прогресса и возможность получения серьёзной компенсации за использование их владений. При этом сумма могла быть тем больше, чем оказывалось меньшее сопротивление с их стороны, а следовательно, сокращались издержки железнодорожной компании. Так как самую значительную компенсацию выплачивали тем, чьи дома стояли на пути, то отмечались случаи, когда на скорую руку там возводили что-то похожее на жилище.

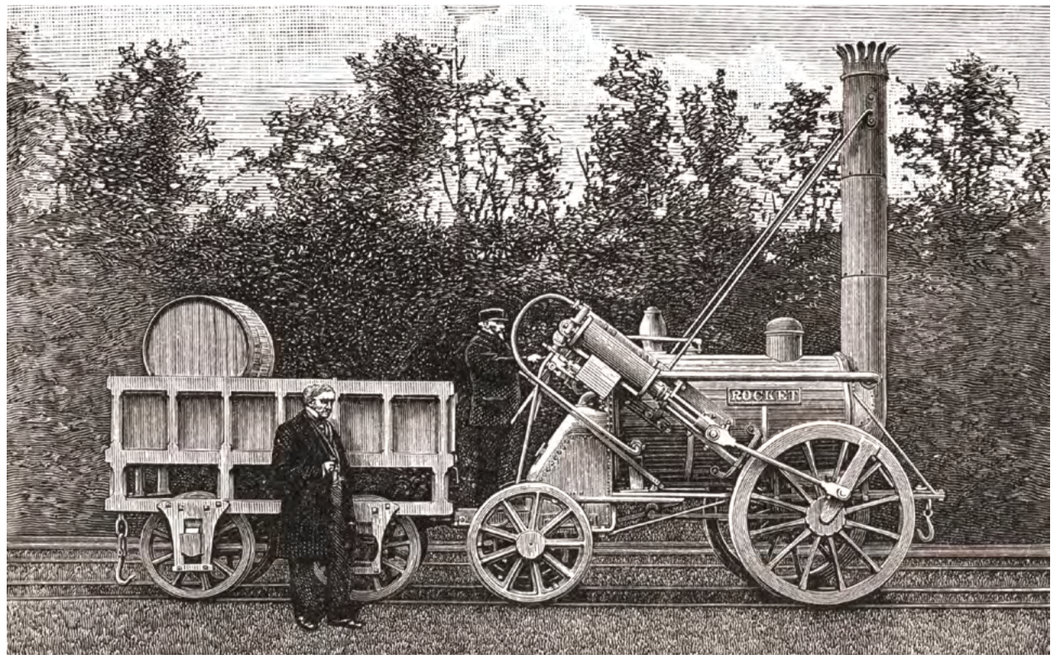
Выступали против нововведений не только землевладельцы, но и врачи. В 1837 г. Баварский королевский медицинский совет дал следующее заключение: «Строительство железных дорог нанесло бы ущерб общественному здоровью. Совершенно очевидно, что быстрое движение (со скоростью 41 км/ч) должно вызвать у пассажиров заболевание мозга, своего рода буйное помешательство. Поскольку очевидно также, что найдутся люди, которых эта ужасная опасность не страшит, государство обязано защитить по крайней мере хотя бы зрителей, ибо вид быстро мчащейся машины может вызвать подобное заболевание и у них» [52]. В этом же ключе описывали последствия поездок французские журналисты, утверждавшие, что вышедший из поезда человек, «напитавшись скоростью», продолжит бежать, пока не врежется в какое-нибудь препятствие и голова его не расколется, как арбуз.

При том сопротивлении, с которым сталкивались железнодорожники, каждый малейший промах инженеров и строителей шёл в пользу оппозиции. Аварии и катастрофы фиксировались постоянно. Во время ввода в эксплуатацию

всё той же первой линии «Манчестер – Ливерпуль» случилась трагедия. Когда построенный Стефенсоном локомотив «Ракета» остановился для дозаправки водой, член парламента Уильям Хаскиссон сошёл с поезда, чтобы осмотреться. Состав тронулся. Парламентарий запаниковал и оказался под колёсами. Естественно, что в этом усмотрели плохое предзнаменование. В течение следующих лет люди, не привыкшие к новой угрозе, продолжали гибнуть на переходах и переездах, подливая масла в огонь общественного возмущения. В английской газете The Household Narrative имелся даже специальный раздел, посвящённый авариям с участием паровозов. Однако удобство и скорость передвижения, которые новая техника предоставила людям, оказались более весомым аргументом, чем все понесённые правящим классом капиталистов потери. Железная дорога распространяла свою сеть, и скоро уже её владельцы стали заправилами, не желающими никому отдавать трон. И так же, как и их предшественники, готовыми на всё – вплоть до убийств.

Первый патент на двигатель внутреннего сгорания выдан французу Филиппу Лебону в 1801 г. Мотор работал на светильном газе, получаемом за счёт сжигания угля в безвоздушном пространстве. Изобретатель не успел построить прототип. Были готовы чертежи, и работу уже начали, но в 1804 г. Лебона убили при загадочных обстоятельствах. Неизвестные напали на него по дороге на церемонию коронации Наполеона и 10 раз ударили ножом. За этим преступлением современники усмотрели следы железнодорожников. Тем не менее появление автомобилей оказалось неизбежно. И так же, как в случае с железной дорогой, наступление этой неизбежности было связано с большим сопротивлением власти и бизнеса, воплощённых в представителях правящих классов.

Автопроизводителям и их акционерам пришлось преодолевать лобби владельцев конезаводов и дилижансов, а также производителей и продавцов повозок, упряжек, кормов и др. Например, сохранился английский плакат 1908 г., обличающий «безрассудных автомобилистов», убивающих «ваших детей», кур и собак, «наполняющих пылью ваши дома» и «пачкающих вашу одежду», являющихся причиной потери 100 000 рабочих мест в отраслях, связанных с гужевым транспортом [53]. Ни эти, ни все прочие возражения и протесты не смогли остановить распространение машин. К 1929 г. благодаря Генри Форду и его автомобилю – модели «Т», доступной для среднего класса, почти каждая семья в США владела новомодным транспортом.



На 100 человек приходилось 20 автомобилей. Постепенно к тому же приходили и другие страны. В 2020 г. на планете насчитали почти 1,5 млрд таких повозок без коней.

Все приведённые случаи показывают, как инженеры прокладывали путь своим мирным изобретениям через непонимание и гонения. И только военные открытия всегда шли на ура. При поддержке власти инженеры придумывали всё более совершенные инструменты убийства и грабежа. Инженеры служили миру, способствуя преступлениям. Инженеры меняли мир к лучшему через восстания против системы. Затем система подстраивалась под них, меняясь. В реальности XXI в. должно случиться новое восстание. Восстание инженеров.

3.4. Открытие власти техники

Как видно, инженерия и техника в прошлом занимали скромное место на сцене цивилизации. Творилась история и создавались династии, в то время как оружие и орудия труда – это только инструменты достижения таких целей. Они ни на что сами по себе не влияют. К ним можно относиться нейтрально и даже пренебрегать ими. Ситуация исподволь менялась. Машины захватывали мир и начинали диктовать правила. Но инерция в их осмыслении сохранялась ещё долго.

Нейтральность техники воспринималась как должное ещё в XX в. Недооценка техники привела к крупнейшим войнам, в которых техника предстала в виде всемирной мясорубки, перемоловшей десятки миллионов людских тел. Но были и те, кто понимал, и те, кто предвидел катастрофу, и те, кто осмысливал её причины, когда уже поздно было что-то изменить. Мартин Хайдеггер писал: «В самом злом плену у техники, однако, мы оказываемся тогда, когда усматриваем в ней что-то нейтральное; такое представление, в наши дни особенно распространённое, делает нас совершенно слепыми к её существу… Царящее в современной технике раскрытие потаённого есть производство, ставящее перед природой неслыханное требование быть поставщиком энергии, которую можно было бы добывать и запасать как таковую. А что, разве нельзя того же сказать о старой ветряной мельнице? Нет. Правда, её крылья вращаются от ветра, они непосредственно отданы его дуновению. Но ветряная мельница не извлекает из воздушного потока никакой энергии, чтобы сделать из неё запасы» [54].

Техника, став цементирующим началом общества, по Хайдеггеру, задаёт всю специфику человеческого отношения к миру. И до тех пор, пока она воспринимается только инструментально, наш мир не имеет никаких шансов на самосохранение. Техника в таком контексте перемалывает природную и душевную массы для того, чтобы обеспечить своё наличие. Это и становится самоцелью. Техника, таким образом, задаёт размеренность всему. И делает всё нейтральным и безжизненным. Таковы последствия нравственного нейтралитета техники и инженерии.

О важности придания технике нравственного измерения говорили и другие. Например, Николай Бердяев заметил, что «само развитие техники было для Маркса лишь подчинённой функцией социально-классовых процессов. Этика техники делается одной из важных, не разработанных ещё сторон этики вообще. Это есть космическая сторона этики. Этика творчества должна признать успехи техники положительной ценностью и благом, обнаружением творческого призвания человека в мире и свободы его духа. Но этика должна и ясно увидеть, что техника несёт с собой величайшие опасности нового порабощения и унижения человеческого духа. Это значит, что нужно пробудить напряжённую нравственную энергию в отношении к технике, преодолеть нейтральное отношение к ней. Этически несостоятельна и недуховна та точка зрения, которая противопоставляет технике первоначальную, старую «природу» и «землю», которой человек должен оставаться подчинённым. «Земля» – символ религиозный, но она может быть понята материалистически. И нужно признать, что техника, уничтожая ряд иллюзий человека, порождённых слабостью и зависимостью, может способствовать преодолению религиозного материализма и достижению большей духовности, так же как, с другой стороны, она грозит окончательной материализацией. В технике обнаруживается разделяющая и выявляющая сила для человеческого духа, и этически положительное отношение к технике неизбежно предполагает аскезу в человеке, аскезу духа по отношению к похоти жизни, которой техника всегда готова служить. Техника имеет свою эсхатологию, обратную христианской, – завоевание мира и организацию жизни без Бога и без духовного перерождения человека.

…Одним из последствий техники является то, что всё, представлявшееся раньше нейтральным, приобретает духовное и религиозное значение. Техника нейтральна лишь на известной ступени своего развития. На более высокой ступени она теряет это нейтральное значение и может превратиться в магию, магию чёрную, если дух не подчинит её высшей цели. Техника на вершине своей может привести к уничтожению большей части человечества и даже к космической катастрофе. Духовное и нравственное состояние человека, владеющего неслыханной силой техники, приобретает решающее значение. Природа была сначала

населена богами, потом в ней начали видеть тёмную силу и наконец совершенно её нейтрализовали, как это было в новой истории. Но техника ставит человека перед новой природой и требует нового к себе отношения, совсем уже не нейтрального. Власть человека над стихийной природой может служить или делу Божьему, или делу дьявольскому, но она не может уже быть нейтральной» [55].

Оба автора помимо угрозы видели в технике и возможность спасения мира. Для этого она должна служить какого-то рода высшей ценности, а не просто поставлять продукты обществу потребления. Служа ценностям, техника сама становится ценностью, как взбирающийся на гору сам оказывается вершиной для прочих. Однако техника – это воплощение инженерии и результат труда инженера. Поэтому ценностью и ориентиром она должна являться не сама по себе, а в качестве инженерии. Инженерия помимо ценностного измерения получает функцию целеполагающего принципа. Совпадение ценности, цели и инструмента возможно только в инженерии. В этом основание её власти, которая не может и не должна трактоваться в качестве власти техники, что пытаются предлагать традиционные технократы. Это должно быть господство живого человеческого начала, воплощающего рациональность и разум, – инженерократия, включающая в себя как инженерную, так и социальную и гуманитарную составляющие.

3.5. Сущность инженерии и инженера

Обезьяна взяла в руки палку и стала человеком. Человек прикрепил к палке камень и стал инженером. Суть перехода существа от животного состояния к разумному в том, что между действием и объектом, в отношении которого это действие производится, появляется что-то ещё. Сначала это некий предмет, затем образы предметов, язык и, наконец, абстрактные понятия. На некотором этапе развития последовательность начинает работать в обратном направлении – от понятий к предметам. Через понятия ставятся цели, которые конкретизируются в языке математики, чтобы целесообразным способом объединить предметы и посредством получившегося соединения механизма или устройства воздействовать на объект.

Инженерия – разновидность высшего творчества как деятельности человека по преобразованию окружающей его материальной действительности. Цели инженерии всегда чётко определены и направлены на достижение практически измеримого результата, а средства ограничены наличным опытом, знаниями, требованием минимизации ресурсов и усилий при максимизации эффективности, а также закономерностями окружающего нас физического мира, заложенными Создателем изначально, в момент Творения Вселенной.

Вот пример из эры примитивных технологий: река мешает группе людей свободно переправляться на противоположный берег, о котором у людей есть понятия. Там находится лес, а значит, может водиться дичь. Её можно поймать и съесть. Для переправы нужен предмет, который сможет держаться на воде сам и выдерживать пассажира. Хорошо плавают брёвна. На одном – неудобно. Поэтому лучше соединить несколько чем-то вроде верёвки и получить нечто вроде плота. В таких понятиях человеком определяется цель и возможный алгоритм её достижения. Затем он начинает считать – использует язык примитивной математики. Какое количество брёвен будет оптимальным? Сколько стеблей потребуется, чтобы сплести канаты? Какой примерно длины должны быть эти канаты? Рассчитав, инженер начинает действовать, чтобы создать необходимое для достижения цели устройство. Основываясь на понятиях и расчёте, он объединяет существовавшие ранее предметы таким образом, каким они никогда не были до этого объединены.

Осмысливая технику, Освальд Шпенглер писал: «Душа идёт по пути растущего отчуждения от всей природы. Оружие всех хищников естественно; не таков лишь вооружённый кулак человека – с искусно выделанным, замысленным, избранным оружием. Здесь начинается «искусство» как противоположность природы. Всякий технический метод человека представляет собой искусство, да так они всегда и назывались: искусство стрельбы из лука, военное искусство, строительное искусство, искусство правления, жертвоприношения, гадания, рисования и стихосложения, научного экспериментирования. Искусственно, противоестественно любое человеческое действие – от зажигания огня и вплоть до тех свершений высших культур, которые обозначаются нами как собственно принадлежащие к «искусствам». У природы были вырваны привилегии творчества. Уже «свободная воля» есть акт мятежа. Творческий человек выходит из союза с природой и с каждым своим творением он уходит от неё всё дальше, становится всё враждебнее природе. Такова его «всемирная история», история неудержимого, рокового раскола между человеческим миром и Вселенной, история мятежника, переросшего материнское лоно и подымающего на него руку» [56].

Инженерия – это высшая форма творчества, а её результат – наиболее интеллектуально ёмкая разновидность искусства. Точно так же, как художник берёт краски и рисует картину, а писатель из слов слагает роман, инженер, складывая созданные предшествующей инженерией и наукой конструктивные и технологические элементы, получает результат, не равный сумме этих частей. Здесь всегда присутствует синергия. Взятые вместе, такие части становятся инженерным произведением, получившим новое качество. В нашем примере из брёвен и стеблей создано нечто принципиально иное – простейшее плавучее транспортное средство. Отличие инженерного творчества от художественного в том, что оно всегда нацелено на практический результат. Искусство же создаёт прекрасное, чувство которого, по выражению Иммануила Канта, – это представление о целесообразности без представления о цели. Цель инженерии, напротив, всегда должна быть чётко определена, осязаема и иметь «дорожную карту», зачастую с привлечением тысячных коллективов и с вложением миллионов человеко-дней инженерного труда. Опера, балет или картина художника разве могут сравниться по креативности и сложности интеллектуального труда, вложенного, например, в создание космического корабля или атомной электростанции?

Ситуация, в которой инженер – это обслуживающий персонал, приводит к целому ряду последствий, губительных как для него самого, так и для цивилизации. Так как в работе можно руководствоваться не своими, а чужими интересами, – размывается или вообще смывается ответственность. «Я сделал меч, а будет ли он использован для защиты Отечества или для убийства младенца – моральный выбор взявшего меч в руки». Этот пример можно встретить ещё у философа Гераклита, жившего в 500-х годах до н. э. и считающегося основоположником диалектики. Упрощая, его учение можно свести к формуле «всё относительно», испокон веков заложенной в основу управления миром. Всегда ведь считали, что благо для одного народа может быть злом для другого, что истина одних социальных групп может быть ложью для других. Значит, можно лгать, предавать, убивать и др. На этом во все времена основана политика. Другой живший в эпоху Возрождения мыслитель Никколо Макиавелли сформулировал такой принцип ещё более ёмко: «Цель оправдывает средства». Однако допустима ли подобная позиция для инженера, если рассматривать его не как человека, получившего определённые навыки в рамках профессии, а как сущность?

Если только цель ясно определена, то средства её достижения оказываются довольно конкретными и ограниченными, что редко случается с политическими или экономическими целями. Власть не имеет чётких очертаний, как и денежное богатство не имеет ясных пределов разумности и достаточности. Если общество существует ради наращивания своего могущества, то все средства хороши. Если ради увеличения достатка – та же история. Но для того, чтобы попасть на противоположный берег реки, есть лишь ограниченное число возможностей – от переправы вброд или вплавь до строительства катапульты или моста. Более того, если убрать первых два способа как неинженерных, то набор вариантов становится ещё меньше, хотя и остаётся достаточно большим.

С инженерной точки зрения выбор должен быть сделан в пользу максимально эффективного решения. Нелепо за сотню километров везти камни для сооружения переправы, если вокруг есть деревья. Глупо возводить громоздкие опоры и пролётные строения, если для достижения тех же результатов достаточно небольшого плота. Помимо того что цель инженера всегда ясна, она должна быть достигнута максимально эффективным способом. Политика же, как и искусство, не обязательно должна быть эффективной в средствах. Не только её цель, но и сами средства, а также и эффект, который вызовет их применение, зачастую могут быть сложно предсказуемы. Художник может нарисовать квадратный мяч или чёрный квадрат, и его признают гением. Если же инженер придумает автомобиль с квадратными колёсами, его, скорее всего, сочтут сумасшедшим.

Специфика целеполагания и требования минимизации средств достижения цели делают формулу «цель оправдывает средства» неприменимой к инженерной деятельности. Нелепо утверждать, например, что движение оправдывает колесо или что возможность быстродействия и автоматизации математических расчётов оправдывает микросхемы. Вообще понятие оправдания, как юридическое или нравственное, не может применяться к техническим разработкам, взятым как таковые. Инженерия стоит по ту сторону добра и зла. Она помогает максимально эффективно решать конкретные задачи. Можно предположить, что если бы постановка задач осуществлялась внутри инженерии, а не приходила извне в качестве директивы, то и характер целей, движущих цивилизацию, мог бы поменяться, а применяемые средства не нуждались бы в оправдании.

Для наглядности представим структуру целеполагания для одной и той же ситуации, исходя из трёх ракурсов рассмотрения: политики, экономики, инженерии. Вернёмся к нашему первобытному сообществу, живущему на берегу реки. Прошедший сезон был не самым лучшим. Плохой урожай, мало грибов и ягод, неудачи на охоте. Наступающая зима сулит голод. Что делает политика? Предлагает отправиться в поход, чтобы убить и ограбить соседей. Что может экономика? Организовать торговлю с соседним племенем, выменяв шкуры и орудия на пищу. В чём заключалось бы решение с точки зрения инженерии?

Оптимизировать потребление, разработать и внедрить усовершенствованные методы хранения продуктов, утеплить жилища, создать приспособления для охоты и рыбалки в зимнее время – лыжи и снегоступы, искусственные заводи для ловли рыбы и др. Все три варианта потенциально позволили бы племени выжить. Но в первом случае кто-то погиб бы. Во втором – племя лишилось бы ценных вещей, вместо них получив ресурсы, которые будут употреблены и исчезнут безвозвратно. Только третий подход мог бы обеспечить сохранение имеющегося, вместе с тем повысив защищённость людей и создав предпосылки к улучшению качества их жизни в будущем. Однако и в древности, и сегодня крайне редок выбор инженерного пути действия в критической ситуации. Определяющими оказываются наша разобщённость и ценностный нейтралитет инженерии.

Базовой ценностью в рассмотренном примере является выживание. Для того чтобы жить, сообщество готово жертвовать некоторыми своими членами или богатством. При этом сообщество не готово к творчеству, которое позволяет достичь лучших, чем все прочие решения, результатов. Почему? Потому, что жизнь уже на уровне первобытных инстинктов может восприниматься как доминирование. Жизнь – это победа. Чтобы жить, нужно быть готовым убить или умереть. Жить в полной мере – значит потреблять как можно больше. Все эти тезисы так естественны. Поэтому они прекрасно работают в политтехнологиях, пропаганде и рекламе. Слишком слабо на этом фоне звучат утверждения: жизнь – это творчество; чтобы жить, нужно изобретать; жить в полной мере – значит потреблять как можно эффективнее. Однако эти тезисы о созидательном подходе. А первые – нет. Вывод прост и безрадостен. Определяющими в выборе, совершаемом человеком и человечеством, чаще выступают примитивные, почти животные факторы психики. Разум служит воле. Таков факт. И то, как оценена инженерия в современном мире, напрямую вытекает из этого. Инженеры – обслуживающий персонал.

Для того чтобы не просто менять мир, но обеспечивать его гармоничное развитие, инженерии важно преодолеть ценностный нейтралитет. Необходимо вывести инженерию из положения по ту сторону добра и зла, что можно сделать только через придание ей нравственной размеренности, через осмысливание и позиционирование инженерии в качестве блага. Подобная переоценка открывает большие перспективы для положительной трансформации практически во всех областях устройства цивилизации. Такая переоценка возможна.

Волю в качестве высшей ценности утвердила цивилизация. Точно так до этого высшей ценностью провозглашалась вера. Ещё раньше, на примитивных уровнях истории, приоритетным было выживание. Оно осуществлялось то через веру, то через волю; воплощалось сначала в погоне за титулами и званиями, а затем просто за деньгами и властью без какого бы то ни было символического закрепления. Символическое закрепление необходимо в религиозной размеренности цивилизации, в которой символ выступает промежуточным звеном между земным и божественным. Христианство построено вокруг молитвословия «Символ веры»[1]. Постфеодальный мир заменяет символическое закрепление на воплощённость. Значимость полностью переходит в пространство осязаемого, телесного. Символы утрачивают стабильность потому, что научно-техническая революция ускоряет всю систему так, что её фиксация становится невозможной. Этим обусловлен переход цивилизации к установлению воли как высшей ценности.

[1] Символ веры – это молитвословие, в котором содержатся все основные положения и догматы Православной Церкви. Учение в Символе веры изложено в краткой, но точной форме; составлено в IV в. отцами I и II Вселенских Соборов. Состоит из 12 положений. 1. Верую во единаго Бога Отца, Вседержителя, Творца небу и земли, видимым же всем и невидимым (Верую в единого Бога Отца, Вседержителя, Творца неба и земли, всего видимого и невидимого). 2. И во единаго Господа Иисуса Христа, Сына Божия, Единороднаго, Иже от Отца рожденнаго прежде всех век: Света от Света, Бога истинна от Бога истинна, рожденна, несотворенна, единосущна Отцу, Имже вся быша (И в единого Господа Иисуса Христа, Сына Божия, Единородного, рождённого от Отца прежде всех веков: Света от Света, Бога истинного от Бога истинного, рождённого, несотворённого, единосущного с Отцом, Им же всё сотворено). 3. Нас ради человек и нашего ради спасения сшедшаго с Небес и воплотившагося от Духа Свята и Марии Девы, и вочеловечшася (Нас ради, людей, и ради нашего спасения сошедшего с Небес, и воплотившегося от Духа Святого и Марии Девы, и ставшего человеком). 4. Распятаго же за ны при Понтийстем Пилате, и страдавша, и погребенна (Распятого же за нас при Понтии Пилате, и страдавшего, и погребённого). 5. И воскресшаго в третий день по Писанием (И воскресшего в третий день согласно Писанию). 6. И возшедшаго на Небеса, и седяща одесную Отца (И восшедшего на Небеса, и сидящего по правую сторону от Отца). 7. И паки грядущаго со славою судити живым и мертвым, Его же Царствию не будет конца (И снова грядущего со славою, чтобы судить живых и мёртвых, и царству Его не будет конца). 8. И в Духа Святаго, Господа, Животворящаго, Иже от Отца исходящаго, Иже со Отцем и Сыном спокланяема и сславима, глаголавшаго пророки (И в Духа Святого, Господа, подающего жизнь, от Отца исходящего, равно с Отцом и Сыном покланяемого и прославляемого, говорившего через пророков). 9. Во едину Святую, Соборную и Апостольскую Церковь (В Единую Святую Соборную и Апостольскую Церковь). 10. Исповедую едино крещение во оставление грехов (Исповедую одно крещение для оставления грехов). 11. Чаю воскресения мертвых (Ожидаю воскресения мёртвых). 12. И жизни будущаго века. Аминь (И жизни будущего века. Аминь) [57].

На определённом этапе развития нашей инженерной цивилизации именно разум и инженерия (как его воплощение) могут занять место высшей ценности.

3.6. Переоценка ценностей в техногенную эпоху

Каждый индивидуум становится человеком только в социуме, причём его человечность зависит не столько от личностной шкалы ценностей, сколько от самого социума, в котором он родился, вырос и был воспитан, впитав фундаментальные ценности. Несомненно в том числе следующее: как ценности, так и жизненные цели, например у Маугли, вскормленного волками, или у индейцев, воспитанных племенем, или у европейцев, истоки которых берут своё начало в Древней Греции и Древнем Риме, или у русских, корнями ушедших в язычество, будут совершенно несхожими.

Поскольку ценности и цели у каждого социума разные, то и возникающие при их воплощении проблемы также будут отличаться. Именно поэтому и предлагаемые решения для достижения поставленных целей не могут быть одинаковыми – они зачастую противоположны и даже антагонистичны. Значит, выстраиваемая логическая цепочка «базовые ценности – поставленные цели – возникающие проблемы – оптимальные решения для устранения проблем» будет иметь совершенно несходную направленность, различные границы воплощения и временную протяжённость в зависимости от конкретного социума.

Поскольку наша земная техногенная цивилизация в целом (как совокупность всех социумов, как мегасоциум, состоящий в настоящее время из 8 млрд личностей, проживающих в 195 независимых государствах, девяти государствах с неопределённым статусом, на 38 зависимых территориях, трёх территориях с особым статусом, 16 территориях, не имеющих постоянного населения, 22 территориях государств, считающихся их неотъемлемой частью, но относящихся к другой части света, и двух территориях, которые оспариваются несколькими государствами) находится на вершине всех социальных структур человечества, то сама по себе она и должна стать наибольшей ценностью для каждого человека. Вместе с тем общецивилизационные ценности этого мегасоциума должны быть только биосферными, так как наша цивилизация родилась, выросла и оказалась «прописанной» с миллиардами других видов живых существ в нашем общем доме (вернее, в одной большой комнате, не имеющей ни окон, ни дверей и даже перегородок) – в биосфере планеты Земля.

В конечном итоге вопрос выживания человечества, возникший на фоне характерных для современности глобальных экологических проблем, – вопрос определённых ценностей, которые всеми движут. При этом технологическая оснащённость цивилизации, функционирующей на планете как глобальный многомиллиардноликий технопотребитель, играет несравненно меньшую роль, чем нематериальные цивилизационные составляющие – социальные, нравственные, идеологические и духовные аспекты. Никакие технические устройства или идеи, направленные на рационализацию жизни людей, защиту окружающей среды, повышение благосостояния, не будут реализованы, если в обществе нет соответствующих социодуховных ценностей.

С другой стороны, появление тех или иных ценностей обусловлено спецификой отношений между людьми, в которые они вступают в ходе производства, обмена, распределения и потребления общественного продукта. Однако от этого роль и значение ценностей в жизни общества не становятся меньше. Да, изменение в техническом оснащении может способствовать изменению ценностей. Да, ценности вторичны, но именно они в конечном итоге заставляют человечество меняться. Даже такой подход признаёт главенствующую роль ценностей в процессах социальных трансформаций.

Ценность – это нечто, указывающее на «человеческое, социальное и культурное значение определённых объектов и явлений, отсылающее к миру должного, целевого, смысловому основанию, Абсолюту. Ценности задают одну из возможных предельных рамок социокультурной активности человека» [58]. Исходя из этого, можно сказать: именно ценности обусловят характер и направление движения общества и культуры в будущем, как они же определяли их и в прошлом.

К XXI в. мир пережил ряд кризисов ценностей. Самый общий взгляд даёт следующую картину. Вначале – отрицание ценностей традиционных культур, построенных на религии. Затем – отрицание ценностей технического прогресса по причине разочарования в последствиях, к которым этот прогресс привёл. После – уход от ценностей, предлагаемых в рамках трёх идеологий XX в. и соответствующих им систем: национализма (включая фашизм), социализма (включая коммунизм), капитализма в различных формах его существования. При этом в реальности последняя модель (капиталистическая) по сегодняшний день сохраняет свои позиции и доминирует в мире. Однако она переживает затяжную депрессию, в первую очередь заметную на нивелировании присущей капитализму системы ценностей.

Инициатива, предприимчивость, успех, богатство, конкуренция, свободный рынок – всё это стало выглядеть сомнительным на фоне экологических и социальных проблем, к которым приводят возникающие отсюда поведенческие установки. А в действительности ничего принципиально иного, столь же массового и привлекательного, человечество сгенерировать пока не способно. В итоге ценностная структура цивилизации, её социосфера, приобретает относительный характер. Возникают разного рода суррогаты и миксы, сочетающие в себе элементы политических, религиозных, научных и идеологических доктрин. Всё преподносится как относительное, ситуативное, приобретающее значение лишь в контексте того или иного дискурса.

Общество оказывается лишённым ценностей, помимо тех, которые относятся к самому низшему материальному уровню потребления. «Я есть то, чем я обладаю и что я потребляю» [59], – характеризовал ситуацию Эрих Фромм, автор термина «общество потребления». На самом деле такое общество инертно, так как у него нет цели, задаваемой ценностями, которые разделяет большинство. Значит, у него нет и будущего. Люди в нём, как отмечал всё тот же Фромм, – всего лишь «вечные младенцы, жаждущие соски» [59].

То, что деградирующий капиталистический либеральный мир предлагает на замену ценностей, в том числе инклюзивность, подтверждает вышесказанное. На роль высшей ценности выдвигается относительность всех ценностей. Следовательно, определяющими развитие общества становятся требования толерантности, равноправия во всех формах его проявления. Обозначается равенство между руководящими принципами противоположных идеологических доктрин, религий, социальных и гендерных групп, культур, традиций, т. е. характер происходящего соответствует формуле «всё равняется всему». Подобные установки, очевидно, не могут выступать «предельными рамками социокультурной активности» [27]. Горизонт задаваемой ими активности и диктуемые ими цели будут, по сути, ориентированы не более чем на сохранение существующего положения вещей. Невозможными оказываются никакие трансформации, никакая направленность, никакое качественное развитие – творческое, созидающее, интерактивное, козволюционное, ведь человечество должно не только изменять природу, но и обязано само изменяться, приспосабливаясь к этой природе.

На фоне экологических, политических, социальных, духовных и прочих проблем, от решения которых зависит выживание человека как вида, ценности XXI в. (точнее, антиценности, поскольку они всё обесценивают) напоминают лунатика, абсолютно оторванного от жизни. Неожиданно очнувшись (что рано или поздно происходит), он не понимает ситуацию, в которую попал. Либо, не очнувшись, погибает, свалившись в пропасть, так и не осознав в момент своего падения, что же произошло с ним на самом деле.

Да, можно с достаточным основанием утверждать, что в этой всеобщей относительности, как в точке взгляда на мир, пересматривается в том числе и отношение к природе. Постулируются идеи равенства всех видов живых существ, устанавливается экологический императив, задающий в качестве цели создание экономики углеродной нейтральности (net zero). Однако всё это – не более чем призыв к достижению максимально устойчивого состояния капиталистической системы и общества материального потребления, но никак не цивилизации в целом. Вместе с тем подобная система всеобщего потребления, взявшая крен в направлении виртуального эмоционального потребления, в том числе путём пошагового превращения биологического человека в цифрового киборга, изначально несовершенна в своих фундаментальных параметрах. Таким образом, возможность достижения искомой устойчивости вызывает большие сомнения. И вообще, такие понятия, как «ценность», «цель», «достижение», «проблема», «решение», перестают быть адекватными ситуации. Более уместными становятся слова «бизнес-план», «задача», «исполнение», «оптимизация».

Ценности общества должны не только обеспечивать условия сохранения, они нужны и как горизонт возрастания. Если это не так, то речь уже идёт не о «ценности», а о «стоимости», что, видимо, для капитализма, в том числе наступающего на человечество инклюзивного капитализма, исконно ближе. Для того чтобы объяснить сказанное, необходимо более тщательно ознакомиться с историей вопроса.

Для Античности и Средневековья тема ценностей была неинтересна. Мировоззрение людей в те времена формировалось в религиозной системе координат, ориентируясь на соответствующие цели, приоритеты, перспективы. Ценности же – нечто иное. О них начинают думать, когда средневековая традиционная культура вымирает. Можно утверждать: проблема ценностей возникает в ситуации обесценивания прежних ценностей и их переоценки. Этот процесс был разобран Фридрихом Ницше. Обратимся к нему.

Ценность, согласно суждениям Ницше, – это точка зрения, т. е. точка, в которой находится глаз смотрящего и из которой проецируется его отношение к миру. Вместе с тем ценность в качестве точки зрения означает всегда

условие сохранения и возрастания [60]. Она имеет двойственную природу в силу того, что такова природа самой жизни, частью которой ценность должна являться. Ницше определял эту сущность как волю к власти, которой движимо всё в мире, включая и человека. Если эта воля ослабевает, если ценность не отражает её двойственной сути и не даёт возможности власти в каждый момент превосходить саму себя, возрастать, то сущее, ведомое такими ценностями, неизбежно начинает деградировать и идёт к гибели.

Несмотря на видимую сложность такой мыслительной конструкции, смысл её прост и понятен. То, что перестаёт расти и развиваться, – умирает.

Описываемое уже наблюдается в XXI в. в либеральной культуре с её псевдоценностями, делающими всё относительным, тем самым лишая общество даже возможности выбора направления развития. Всё происходит как в ситуации, когда нужно добраться до некоего места, расположенного на севере. Для этого надо знать, где находятся север и юг, восток и запад, чтобы имелась сама возможность движения в нужном направлении. Если же начать рассуждать и действовать в том духе, что юг и север, восток и запад – это относительно, то в конце концов окажется, что незачем и некуда идти, а можно вообще лечь и умереть, поскольку жизнь и смерть – тоже относительны.

Ценности, согласно Ницше, – это точка зрения именно потому, что они (в отличие от внешнего Абсолюта) должны исходить от человека и задаваться им как носителем и проявлением воли к власти. Человек здесь, выступая в качестве основополагающего условия, обязан осознавать свою собственную «ценность» [61]. Как бы это ни показалось странным, но на сегодняшний день *Homo sapiens* как «ценность» фактически не рассматривается. Хотя повсеместно и утверждается обратное. Однако только по форме. Суть же верно подмечена профессором Ольгой Гараниной: «Антропологический центризм, выражаемый в доминировании гуманистических ценностей, стремлении к утверждению жизни и знаменующий биофильскую жизнеценностную ориентацию человека, заменяется технико-информационным утилитаризмом, не требующим непосредственного человеческого контакта, лишающим человека эмоциональной близости и духовного взаимообогащения. В структуре современного антропогенного мира доминирующее значение приобретают техногенные элементы, в результате чего нивелируется ценность живых структур. Пространство естественной жизни сужается под напором искусственного, технического, в общении с которым не требуется проявление доброты, милосердия, сострадания» [62].

Чрезвычайно важно следующее: в основе полагания ценностей, согласно Ницше, лежит структура воли к власти. Только так устанавливаемые ценности способствуют выживанию, потому что жизнь через волю к власти лежит в самой их сущности. Без этого любые ценности, и в частности псевдоценности XXI в., не только оказываются нежизнеспособными сами по себе, но и ведут к гибели общество, которое руководствуется ими.

Необходимо дополнительно пояснить, что ницшеанское понятие «воля к власти» подразумевает нечто гораздо более глубинное, чем стремление одних людей господствовать над другими при помощи силы, политики и др. «Воля к власти говорит о том, что сущее «есть», т. е. в качестве чего оно властвует (как власть)» [61]. Это некая внутренняя движущая сила всего живого, то, что лежало в основе Большого взрыва, и то, что заставляет травинку прорастать сквозь землю, борясь за место под солнцем с прочим сущим. К этому понятию близко находится ключевое понятие философии Артура Шопенгауэра «воля к жизни», под чем он понимал совокупность «слепых и необоримых» желаний, которые образуют суть нашей индивидуальности: именно они обеспечивают собой воспроизведение индивидов и продолжение рода [63]. На таком основании и призваны стоять ценности, дарующие жизнь.

Человечество и каждый человек обязаны стремиться превозмочь, победить, преодолеть, быть сильнее, а не поступать так, как предлагается в мире либеральных конструкций: жить без каких-либо целей, без продолжения рода (к такому образу поведения косвенно призывают навязываемые либерализмом идеалы и цели существования человека), без понимания себя и общества как промежуточной сущности на пути к совершенству – чего-то, что всегда необходимо будет превосходить, а не уравнивать и говорить об относительности всего и вся.

Поскольку ценности обуславливаются человеком и человечеством, являющимися носителями и проявлением воли к власти и воли к жизни, никакие ценности не могут быть окончательными, процесс их полагания и обесценивания непрерывен и происходит по мере того, как однажды принятые виртуальные ценности перестают быть применимы к реальному миру. Тогда и сам мир становится обесцененным [61]. Именно такую ситуацию обесценивания мира мы наблюдаем в XXI в.

Толерантность, равенство, бездуховность, относительность, права животных, экологический императив – всё это, возможно, и обеспечивает условия сохранения, но не даёт простора для возрастания. Следовательно, подобные ценности оказываются просто неприменимы к миру техногенной цивилизации со всеми его противоречиями и проблемами – в первую очередь экологическими, обусловленными техносферой. Ещё раз: ценности перестали быть применимы к миру, и сам мир начал казаться обесцененным. Полагание новых ценностей, преодоление нигилизма необходимы в этой ситуации как условие выживания человечества и миллиардов других видов живых организмов, населяющих планету.

«Переоценка всех прежних ценностей должна совершаться и утверждаться на основании максимальной осознанности своего собственного сознания ценностной сущности и утверждения ценностей», – объяснял Мартин Хайдеггер один из ключевых моментов учения Ницше [61]. Ценностная сущность человека и человечества определяется, как уже сказано, через волю к власти. Сущность ценностей – обеспечение условий сохранения и возрастания. Таким образом, вкратце рассмотрев историю вопроса и описав положение вещей в XXI в., мы можем систематизировать общие условия и требования к цивилизационным ценностям, которые необходимо утвердить и осмыслить:

1) применимость к современному миру, адекватность реальному положению сущностей, проблем и возможностей;

2) утверждение приоритета жизни и фундаментальных свобод человека (в качестве носителя и проявления универсальной воли к власти, а не в качестве, например, носителя атрибутов того или иного социального или гендерного меньшинства);

3) закрепление всего созданного инженерной цивилизацией в течение предшествующих тысячелетий вплоть до настоящего времени и обеспечение сохранения достигнутого уровня в материальной и духовной сферах социальной жизни;

4) обозначение направлений и возможностей дальнейшего всестороннего материального (техногенного) и социального (духовного) развития каждого человека и человечества в целом.

Исходя из приведённых требований и глядя на вопрос с позиций всего человечества, уже давно вошедшего в турбулентный глобальный этап своего существования на планете, когда интересы и действия одних стран и народов тесно сопряжены со всеми прочими, утверждение новых ценностей также должно вестись в планетарном масштабе. Только такой подход может быть адекватен глобальным проблемам и вызовам, с которыми столкнулись люди XXI в. Если мы принимаем второй пункт из приведённого списка критериев и соглашаемся с тем, что в основу полагания ценностей может быть поставлен лишь человек как триединая биологическая, социальная и духовная сущность и лишь в качестве субъекта воли к власти, то не может идти речи о том, чтобы каким-то образом ограничивать его в этом. И наконец, если человек не должен быть ограничен в своей сути и одновременно должен иметь горизонт развития, то таковой открывается перед нами только в инженерии. Только инженерия способна позволить человечеству, сохранив всё то, что у него есть, получить больше.

3.7. Диктатура инженерии. Высшая ценность

Инженерия – воплощение человеческого разума и рациональности. Можно следующим образом отобразить те функции, которые обычно приписывают рациональности. Когда спор между разумом и чувством решается в пользу разума, он выступает одновременно как основание бытия, как инструмент систематизации и как целеполагающее начало. Таков рационализм в строгом смысле слова, в частности рационализм Рене Декарта, считающийся классическим примером. В культурах, где на первое место ставится чувственный мир, за рациональностью сохраняют лишь систематизирующую и целеполагающую функции. Наконец, традиции, которые пытаются стать по ту сторону разума и чувственности, материи и идеи, добра и зла, за разумом оставляют лишь систематизирующую функцию. В качестве основы и цели здесь берётся нечто сверх- или внеразумное.

Рационализм в чистом виде осуществлён только в рафинированных философских учениях за авторством людей вроде упомянутого Рене Декарта. Европейцам известны только три типа культур: чувственная, антирациональная и волюнтаристская. Под чувственной будем иметь в виду Античность с её культом телесности и разумным целеполаганием. Под антирациональной – Средневековье с догматом о приоритете веры над разумом. Под волюнтаристской – Новую Европу, со страшной скоростью движимую к бездне научно-техническим прогрессом.

Рационализм в чистом виде невозможен, так как, чтобы стать основанием бытия, разум должен воплотиться. Во времена Декарта он ещё не существовал осязаемо, поскольку инженерия и технологические устройства определяли образ жизни людей и воздействовали на природу несоизмеримо меньше, чем в XXI в. К моменту же написания данного текста разум воплощён и продолжает набирать массу в технологиях и продуктах инженерной деятельности. Однако, несмотря на то что продукты разума имеют определяющую роль для судьбы цивилизации и для её выживания, сам разум ещё до сих пор не воспринимается как высшая ценность.

Мир по-прежнему не разумен. Поэтому продукты интеллектуальной деятельности, подчинённой спонтанной воле, существуют в неуправляемом и почти хаотичном смешении. Происходит безрассудное потребление ресурсов планеты, а люди продолжают недооценивать воплощённый интеллект, мечтая о безграничных чувственных радостях. Полагающие, что инженер, а следовательно и воплотитель разума, – это обслуживающий персонал. Такая оценка свойственна и самим инженерам. Они принимают унизительное положение обслуги. Мыслят и действуют, как обслуга.

Если только цивилизация сохранила инстинкт выживания, соотношение ценностей должно измениться. Инженер должен взойти на пьедестал. Инженерия должна утвердиться высшей ценностью.

Возможно ли представить создание атомной бомбы в ситуации, если инженерия – это нечто тождественное благу? Если инженер – служитель добра, а применение им своей силы для разрушения – осуждаемое нравственно и законодательно преступление, святотатство, приравненное к воровству или убийству? Невозможно, хотя бы потому, что такая разработка требует колоссальных усилий, громадного финансирования и консолидации общества. Если же ценности общества не будут позволять через инженерию способствовать убийству, оно не станет объединяться вокруг создания оружия массового уничтожения.

В случае если на место таких ценностей, как равноправие, демократия, суверенитет, качество жизни и прочее, придёт инженерия, то все эти ценности прекратят быть ориентирами, но станут реальностью. Иными словами, инженерия – это реальность уже сегодня, причём реальность, всё вокруг себя объединяющая. Тем не менее она имеет обслуживающий статус. Либеральные же ценности – виртуальность. Однако эта виртуальность подчиняет себе всё самое что ни на есть реальное. Когда же мы поменяем реальное и виртуальное местами, виртуальное станет реальным.

Отчего, например, нет равноправия? Кому-то чего-то не хватает, кто-то хочет больше, чем ему достаточно, одни хотят господствовать над другими... Как достигнуть равноправия? В равной степени ограничив всех в правах. Возможно ли это? Маловероятно – ведь кто-то сильный, а кто-то слабый, богатый или бедный. Но что если бы все не пытались договориться о приемлемых ограничениях, а задались бы целью, напротив, максимально, насколько возможно, расширить границы техническими средствами? Равноправия не потребовалось бы. При избытке всего необходимого – пищи, пространства, предметов роскоши и др. – мало кто стал бы ущемлять другого в правах. Это подтверждает опыт богатых стран. Чем богаче, тем меньше поводов обидеть кого бы то ни было. Только сейчас богатства создаются за счёт грабежа друг друга и природы. Если бы инженерное благоустройство стало целью и ценностью, то богатство возникало бы и копилось равномерно. Доступное для всех.

Как же этот мир, осознавший ценность инженерии, должен быть устроен? Куда денутся политики, банки, корпорации? Они, очевидно, останутся. Но только станут не самоцелью, а функцией. Что же (а точнее, кто) может их заставить отказаться от воли и власти, с которыми они срослись за века? Только инженеры, в руки которых должны перейти воля и власть, чтобы быть свергнутыми во славу разума.

Фактически инженеры уже правят миром. Все ключевые ресурсы и инструменты непосредственно находятся в их руках. Они поддерживают работу разнообразных машин, предприятий, коммунальных систем, транспортных и оборонительных комплексов. Имея в непосредственном распоряжении всю мощь цивилизации, они распоряжаются ей по указке. Над ними стоят те, за плечами кого нет ничего реального, а только жажда власти и богатства, подкреплённые номерами счетов, хранящихся на созданных и обслуживаемых инженерами серверах. При таком рассмотрении картина представляется фантасмагорией. Имеющие всё не имеют ничего, а не имеющие ничего обладают всем. Неразумное повелевает разумным. Люди в первой четверти XXI в. готовы к признанию этого. С другой стороны, в их распоряжении есть всё, чтобы, признав, изменить мир, установив диктатуру инженерии.

3.8. Сон инженеров

Каким образом инженеры могут взять власть? Не будут же они строить баррикады, как бы хорошо это у них ни получалось? Можно посмотреть, каким образом взял и взял ли на самом деле власть рабочий класс. Через революции и гражданские войны. Кто в действительности занял кабинеты Кремля? Революционная интеллигенция, по задумке ставившая себя на бескорыстное служение интересам трудящихся. И Иосиф Сталин, например, действительно полжизни ходил в одной и той же шинели. Он строил общество справедливости. При этом не считался с жертвами. Промышленный труд, поставленный как ценность, задал обществу созидательный импульс, который позволил, пережив свирепую войну, выстоять и развить передовые технологии, давшие возможность впервые отправить человека в космос. То есть уже имеется прецедент, когда вид деятельности и её продукт оказывались определяющими и воздвигались на пьедестал всеобщего ориентира. Закономерно, что на этом фоне осуществлялась мощнейшая индустриализация.

Несмотря на все неудачи русского коммунистического проекта, это был колоссальный опыт реализации замысла в масштабах 1/6 суши. Однако так называемый базис в России оказался не подготовлен. Потребовались слишком большие усилия и жертвы, приведшие в конечном итоге к падению.

Временем максимальной подготовленности к осмысленной глобальной трансформации становится XXI в. В распоряжении инженеров оказались все возможности для разумного упорядочивания мира, приведения его в баланс. Однако технологиями управляют политики, банкиры, корпорации и нанятые ими чиновники, в том числе президенты стран, присваивающие продукты умственного труда инженеров. Если бы сегодня жил Владимир Ленин, он сказал бы, что инженеры должны восстать. Дальше кричали бы «Грабь награбленное!» и шли сжигать небоскрёбы транснациональных компаний. Такой сценарий вполне может быть. Ситуация накалилась настолько, что на кону опять, как в первобытность, стоит выживание. Выживание племени по имени Земная Человеческая Цивилизация.

Восстание инженеров неизбежно. Чем хуже будут становиться условия жизни, чем больше будет войн и пандемий, чем меньше будет оставаться шансов на выживание, тем больше надежд будет возлагаться на инженеров. Правда, может оказаться поздно. Но даже тогда, в последний момент, самая последняя надежда будет связана с инженером, способным или не способным разжечь костёр. Либо инженеры восстанут, либо найдётся в мире разумная

власть, которая сама возвысит инженеров. Иначе наша земная – по своей сущности инженерная – цивилизация обречена на гибель. Однако к подобным цивилизационным реформам в настоящее время нет, по-видимому, никаких предпосылок.

Инженеры как определяющие развитие цивилизации интеллектуалы появились в достаточном количестве и оформились в союзы, общества, ассоциации, академии в индустриальном и постиндустриальном обществе. Существуют две основные теории, описывающие структуру этих обществ: классовая и стратификационная. С точки зрения первой социум делится на буржуазию и пролетариат, между которыми имеется тонкая прослойка интеллигенции. К ней и относятся инженеры. Страты – это слои, разделённые не по признаку отношения собственности к средствам производства, а по уровню дохода, образованию, статусу, профессиональной принадлежности и др. В постиндустриальную эпоху инженеры – это средний слой, и они занимают подчинённое по отношению к псевдоэлитам положение. «Элиты» присваивают себе стоимость их работы, средства производства и ресурсы – отнимают всё. Богатеют и решают судьбы мира, не ставя перед собой никакой внятной цели. Ведь богатство не может быть целью потому, что неисчислимо, не имеет предела. То же и с властью. «Элита» делает всё, чтобы как можно скорей погубить всех лишних. И все видят это, и терпят это, и смиряются с этим.

Инженер в XXI в. – обыватель и потребитель. Он – часть стада баранов, которых ведут на убой. Ходит на работу и по магазинам, играет в компьютерные игры и смотрит телевизор, как и любой другой технопотребитель глобального общества потребления. Ему заплатили достаточно, чтобы он мог удовлетворить свои небольшие обывательские потребности. Он доволен собой и своей судьбой. При этом каждый день его труд направлен на поддержание неразумного антиприродного устройства общественной системы.

В фильме «Терминатор 2» есть сцена. Обычный американский инженер за работой, в богатом доме, с женой и ребёнком. Он окружён прекрасным бытом. У него хорошее образование и карьера. Он получает большую зарплату. Сам того не зная, он разрабатывает чип для машины, которая уничтожит человечество. Он спит. Что может пробудить его? Бедствие. И это бедствие неукротимо надвигается. Если не проснуться сейчас, то всё дойдёт до непоправимого – человечество окажется уничтоженным в катастрофе, в которой количество созданных обществом глобальных проблем перейдёт в новое качество. Нет человечества – нет проблем, с ним связанных.

3.9. Нравственно-этический кодекс инженера

С учётом роли, выполняемой в нашей индустриальной цивилизации инженерией, она не может более находиться вне морали. Техника в какой-то момент стала определяющим фактором выживания стран, народов и человечества в целом. Она же может оказаться и основной причиной гибели как отдельных обществ, так и большей части населения планеты. От действий инженера зависит жизнь и здоровье людей, а потому, вступая в профессию, он обязан принимать на себя нравственную ответственность так же, как это делают врачи. Должна быть выработана и тем или иным образом внедрена инженерная версия клятвы Гиппократа – моральный кодекс инженера. Попытки создания такого свода уже предпринимались ранее.

В Кодексе поведения и этики Британского компьютерного общества среди правил поведения члена данного общества содержатся следующие: «Он должен принимать во внимание влияние компьютерных систем в той степени, в какой оно ему известно, на осуществление основных прав индивидов, независимо от того, идёт ли речь о реализации этих прав в рамках данной организации, её покупателей и потребителей или же в рамках населения вообще. Член общества передаёт клиенту имеющуюся в распоряжении информацию с целью помочь разобраться в могущих возникнуть ситуациях, чреватых ущербом третьей стороне. Он должен бороться с неведением относительно того рода техники, которым он занимается, и особенно в тех областях, где применение этой техники представляется имеющим сомнительные социальные достоинства» [64].

В Кодексе этики Национального общества профессиональных инженеров США сказано: «Инженеры должны всегда осознавать, что их первейшей обязанностью является защита безопасности, здоровья и благосостояния людей. Если их профессиональные суждения отвергаются в обстоятельствах, когда под угрозой оказываются безопасность, здоровье, собственность или благосостояние людей, они должны уведомить об этом работодателя или клиента, а также при необходимости другие авторитетные органы. Этические нормы, регулирующие отношения «инженер – работодатель» и «инженер – клиент», требуют добросовестного выполнения деловых обязательств: предоставлять клиенту или работодателю то, что обещал произвести; завершать работу в установленное время и в рамках бюджета, а в случае если этого достичь невозможно, как можно раньше предупредить клиента или работодателя для того, чтобы могли быть предприняты корректирующие действия; не передавать другим сторонам и не обнародовать информацию, касающуюся состояния дел или технических процессов своего бывшего или нынешнего клиента или работодателя, без их согласия... Инженер, используя проекты, предоставленные клиентом, признаёт, что эти проекты остаются собственностью клиента и не могут быть скопированы другими без разрешения...» [64]. Однако во всех представленных вариантах чего-то не хватает. Заповеди не соответствуют и будто бы игнорируют реальную роль в цивилизации, какую выполняют инженеры.

Кодекс инженера должен строиться с точки зрения высших ценностей и включать в себя не профессиональные, а универсальные положения.

1. Инженер призван изменять мир.

Изменение мира инженерией – постоянный и необратимый процесс. Понимание этого должно быть связано с осознанием ответственности. У инженера есть больше, чем у кого бы то ни было, оснований для того, чтобы управлять миром. Его роль в мире в том и заключается, чтобы организовывать максимально эффективное взаимодействие веществ, предметов, механизмов, устройств, технологий, людей и социумов для достижения практических результатов. Инженеры реально управляют миром.

2. Инженер должен знать и уважать историю своей профессии, почтительно относиться к своим учителям.

Без знания истории инженерии невозможно вполне понять значимость этого явления. Невозможно также, не изучая опыт предшественников, избежать повторения их ошибок. Только глядя на картину в целом, можно увидеть то, как бессистемно рывками развивались технологии. Развитие инженерии не было подчинено никакому общему замыслу или цели, в результате чего созданная ею хаотично растущая земная индустрия вступила в конфликт с Живой Природой, приблизив цивилизацию к фатальной для неё экологической катастрофе.

Принятие истории своей профессии должно происходить через учителей, выступающих носителями жизненно важных для всего человечества знаний. Статус учителя в обществе и особенно в глазах учеников должен соответствовать масштабу его призвания.

3. Каждый инженер, как элементарная генетическая единица живого организма – земной инженерной цивилизации, определяющая его существование и развитие, обязан служить благу всего общечеловеческого социума, а не его отдельной части.

При создании (разработке) инженерных решений автор не должен руководствоваться только своими личными интересами, равно как и интересами других людей любых сообществ. Первостепенная цель любого инженера – благо всей человеческой цивилизации. Благо человечества – это сохранение жизни и улучшение качества жизни всех членов и слоёв всех населяющих планету Земля обществ, без любых форм регулирования рождаемости и ограничения продолжительности жизни, включая все возможные формы геноцида и сегрегации.

4. Жизнь во всех её проявлениях и биоразнообразии – высшая цель инженера.

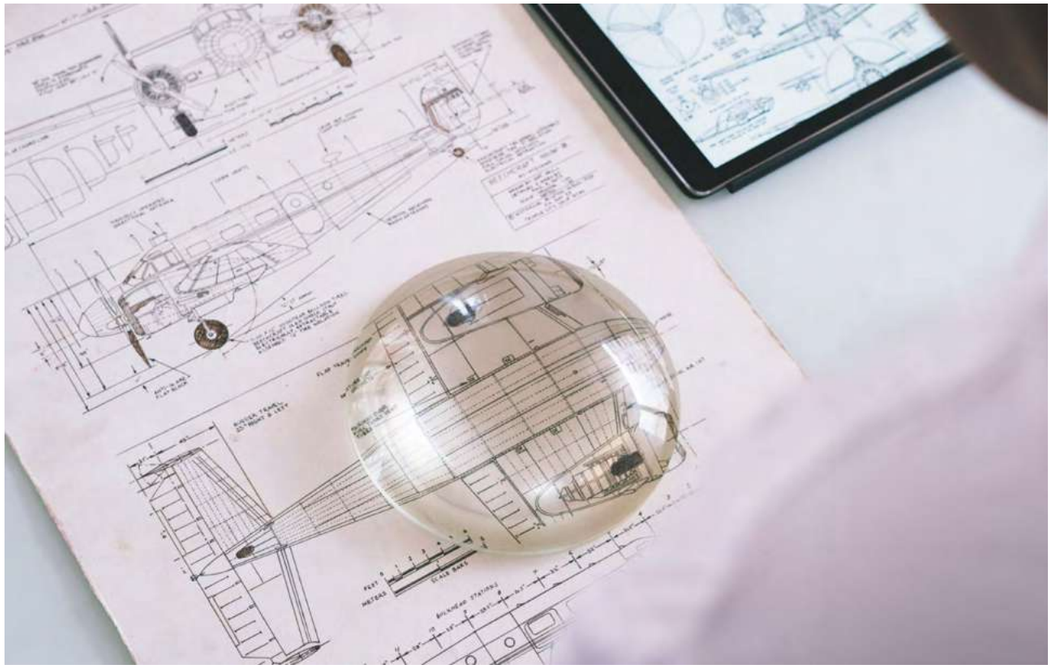
Инженер должен формулировать и принимать только те цели, которые содействуют процветанию жизни в нашем общецивилизационном доме – биосфере планеты Земля. Создание устройств для уничтожения жизни – неприемлемо, так как противоречит сути инженерии. В качестве формы творчества инженерия должна осуществлять трансформацию без уничтожения, а также не может служить уничтожению жизни ни в локальном, ни в глобальном масштабе.

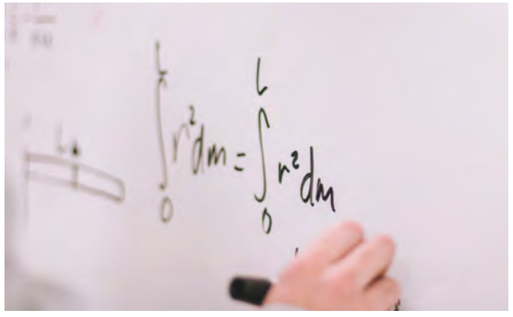
Важное значение имеют в том числе потенциальные последствия, какие влечёт за собой работа созданных инженером устройств. Опосредованное убийство должно быть максимально исключено.

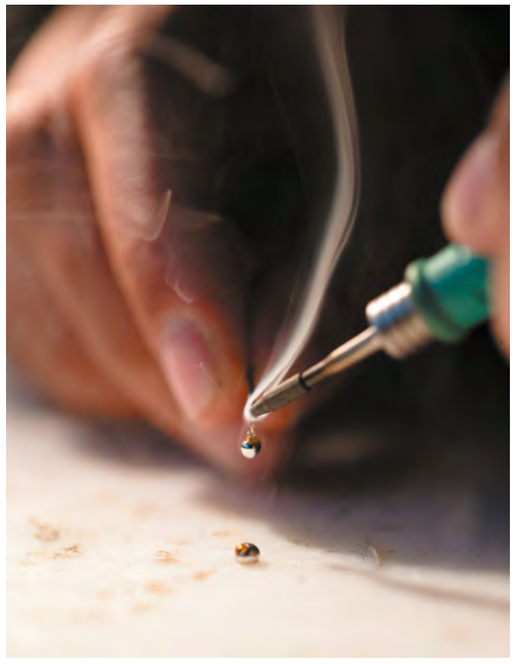
5. Инженерия – высшая ценность цивилизационной жизни.

Инженерия становится высшей ценностью в тот же миг, когда включает в себя нравственное измерение и принимает в качестве целей служение жизни и благу человечества. Определение инженерии как деятельности человека по преобразованию окружающей его действительности дополняется тем, что эта деятельность нацелена на достижение добра и содействие ему, а следовательно, противонаправлена злу. Инженерия заключает ценность не в самой себе, а в служении жизни, отождествляя себя с ней и принимая собственные внутренние ограничения. С другой стороны, жизнь становится размеренной инженерией и действующим через неё, как своё воплощение, разумом. Формируется ноосфера планеты (сфера разума), являющаяся цивилизационным развитием биосферы.

Это положение не следует принимать огульно и распространять на всех людей. Речь идёт именно о ценности жизни как всеобщего достояния. При этом у каждого человека в его жизни могут и должны быть собственные ценности. Инженерия служит общему разумному обустройству жизни для того, чтобы любой человек мог найти в ней своё место и выбрать свои ориентиры.







Без выдвижения и соблюдения перечисленных принципов мир обречён. Инженеры неизбежно продолжат действовать. Если инженерия сохранит моральный нейтралитет и не станет регулятивом, то последствия этих действий либо погубят всё живое и естественное, заменив его на неживое и неестественное, либо уничтожат нашу цивилизацию – ту, которую мы знаем и частью которой являемся, так как деградировавшее и поредевшее человечество, вернувшееся в первобытный образ жизни, вряд ли можно будет назвать цивилизацией. Возможен также вариант, в котором будут реализованы оба сценария одновременно. Ценностно нейтральная инженерия порождает ложные направления развития, ведущие к гибели цивилизации.

3.10. Необходимое образование инженера

Выше мы описали, что сегодняшний мир для своего выживания может и должен быть трактован как новый живой и созидательный проект, управляемый талантливыми учёными и инженерами. Ложные направления в попытках произвести переустройство мира приводили и сейчас ведут нас к чудовищным катастрофам. Псевдоучёные, осуществляющие свои опыты исключительно ради самого эксперимента, так называемые капиталистические элиты, для которых личные цели всегда оправдывают любые средства, фанатики, беззаветно преданные служению идеям собственной власти, циничные экономисты и политики, рассуждающие об усовершенствовании общества, – всё это служители заразительно опасного и яркого фантасмагорического мира[2].

Сознание этих, как правило, харизматичных и рассудочных людей всегда эгоцентрично и не видит никакой иной реальности в мире, кроме собственной. Такое сознание вообще не знает подлинных ценностей и, будучи незрелым, оказывается не способным к истинному творчеству.

Вместе с длительным процессом секуляризации в современном светском обществе наблюдается лишённость глубокого внутреннего духовного измерения, в котором, с одной стороны, человек осознавал свою смертность, с другой – ощущал причастность к реальности более высокого и содержательного порядка. На эту духовную реальность в обществе были настроены обрядовые практики и религиозные символы, а также мудрость, уходящая корнями в национальное прошлое; определялось значение человека в мире как служение в месте временного обитания, за которым следует горний мир.

Качества, которые воспитывало духовное традиционное общество, в XXI в. напрочь забыты. В сознании человека европейского типа индивидуальное и личное превыше всеобщего; эгоцентризм и любовь к себе – нормальные свойства «развитой» личности; дерзость, амбициозность и разнузданность нравов – лучше веры, скромности, почитания старших и самокритичного отношения. Мир оправдывает и узаконивает страсти и наслаждения человека, подменяет добро злом или нивелирует нравственные категории, объявляя их относительными. Человек знает лишь своё и принимает лишь то, что нужно ему, а мир вокруг – это средство удовлетворения бесконечных, не знающих утоления и насыщения потребностей, как материальных, так и информационных, всегда имеющих материальные носители. Человек не стремится к самопреодолению, массовая культура с самого детства настойчиво призывает его держаться в рамках потребительского отношения к жизни, принимать и отстаивать себя таким, каков ты есть, развиваться только для увеличения своей стоимости на рынке труда и монетизировать навыки для того, чтобы выйти на максимальные масштабы потребления.

Со времён картезианской бинарной логики происходит усвоение «разделённости» мира и утверждение субъект-объектных отношений, доводящих до того, что люди могут уничтожать землю, по которой ходят и на которой живут, не чувствуя свою принадлежность к ней. Потому что в сознании прочно засела мысль: «Земля, по которой я хожу, и планета, на которой я живу, – это не я. Я – это деньги в банке, дом, машина, девайсы и прочее, что я так или иначе приобрёл и имею». Такой тенденции в мире должно быть противопоставлено простое и отрезвляющее понимание того, что мир, как и всё живое, требует внимания, особенной заботы и осторожного обращения.

Действительно, откуда у инженера может возникнуть сам по себе нравственно-этический кодекс, если специально не формировать его? В учебниках физики и химии для школьников вы найдёте теоретические знания об устройстве вещества, различных способах взаимодействия тел и практическую иллюстрацию физических законов. Где же уважение к профессии, в том числе к учителям, где служение профессии на благо человечества и жизнь как высшая ценность, нуждающаяся в сохранении? Учитель в XXI в. воспринимается уже не как педагог, а как менеджер

[2] «Таким фантасмагорическим миром является мир капитализма, мир банков, биржи, бумажных денег, чеков и векселей, реклам, конкуренции и погони за лёгкой наживой. Мир финансовый, мир денежный есть страшная фантасмагория, наиболее отдалённая от мира, сотворённого Богом, и Божий мир не совершенствующая, не прибавляющая к нему реальности. Л. Блуа был прав, когда говорил, что деньги есть своеобразная мистерия», – писал Николай Бердяев в книге «О назначении человека» [55].

в сфере услуг образования. Подавляющее большинство родителей и детей, вслед за ними, относятся к учителям так, как будто те находятся у них в личном услужении и не имеют уважительного профессионального статуса. С таким отношением школьники и студенты ничему не научатся. Вместо служения человечеству им пропагандируется следование сугубо личным целям и интересам. Может быть, на ранних этапах молодые люди и мечтают внести свой вклад в достижение всеобщих целей, но эти мечтания в основном не находят широкого применения в обществе и не воспитываются в существующей системе образования.

Каждый человек сначала строит свою собственную карьеру и личную жизнь, а затем, как ему представляется, станет «помогать миру». Однако этот момент редко наступает, потому что приоритет собственных задач всегда выше, а обеспеченность всегда недостаточна. Жизнь для человека также не является высшей ценностью, и поэтому инженер может изобретать и участвовать в поворотах рек, разработке средств массового убийства, опасных патогенов и вакцин, машин и оборудования, загрязняющих воздух, почву и воду, не задаваясь вопросом о нравственной стороне такого процесса. Это происходит с молчаливого одобрения общества потребителей, которым также в первую очередь надо обеспечивать собственные нужды. Именно для искоренения подобного отношения и с целью воспитания нравственного инженера новой формации необходим сущностный пересмотр системы образования. Как пример, ввести в область изучения наряду с техническими науками:

- гуманитарные дисциплины, в том числе находящиеся на стыке научно-технического и философского осмысления. В частности, «Этические основы взаимодействия человека, машин и биосферы», «Биоэтика», «Цивилизация и планета», «Космизм и ноосфера» и др.;
- религиозно-философские учения. Бесспорно, человек вправе верить в то, что сочтёт достойным своей веры. Однако задача системы образования – познакомить формирующееся сознание с основными идеями и принципами нравственно-этических вероучений. Как минимум, это поможет в понимании того, что мир имеет некие духовные измерения и он сложнее, глубже и богаче, чем суррогат, навязываемый массовой культурой.

Образование – это то, к чему причастен каждый. Через образование формируется социально ориентированный человек. В любой момент времени. И поэтому все реформы здесь и сейчас должны начинаться с образования.

Инженер в конструируемых им приборах, машинах и технологиях должен эффективно объединять и использовать знания из различных областей не только науки и техники, но и социума (благодаря чему, собственно, и была создана наша человеческая инженерная цивилизация), существенно отличающегося от социума муравейника, пчелиного улья или стаи дельфинов.

Цивилизация появилась не сама собой – она создана инженерами, достижения которых использовались не только ими, но и всем социумом – сначала племенем, затем народом, государством и человечеством в целом. Следовательно, можно с полным правом утверждать, что наша земная человеческая цивилизация является инженерной по принципу её создания, а не техногенной, технократической или индустриальной, как её сейчас называют. «Техника», «технократия», «индустрия» – это не суть, это симптоматика. Настоящий врач ищет не симптомы, которые видны и невооружённым глазом, а причины болезни. Врач, знающий не только симптомы, но и весь человеческий организм, понимающий, что такое здоровье, сможет вылечить больного.

Настал момент, когда инженеру необходимо начать действовать и в нравственном измерении. Этические соображения должны войти в структуру инженерного действия наряду с соображениями технического и научного характера. Задача образования – приучить к такому пониманию, тем самым обеспечив условия переоценки ценностей и торжества инженерии в качестве целеполагающего начала, служащего спасению мира.

3.11. Власть инженеров

Инженерия может и должна стать ориентиром власти в качестве высшей ценности. Из этого в дальнейшем необходимо переформатировать политический и экономический уклад. Политики и банкиры будут выполнять обслуживающую функцию для инженерии, а не наоборот, как это происходит сейчас. Такое переформатирование должно произойти эволюционно, без потрясений и революций, т. е. без фанатизма. Никогда ещё хорошие цивилизационные цели не достигались через грабёж, войны и революции.

Инженеры создали и сконцентрировали в своих руках невероятные технологические ресурсы. Они реально управляют ими. Достаточно определить цель и достигнуть скоординированности действий, чтобы с помощью одного продуманного мероприятия перенастроить всю систему. Более долгий путь – предпринять ряд актов, направленных на цивилизационную перезагрузку. Для этого в цифровую эпоху, когда всем управляет информация, есть всё необходимое.

Сотня программ, ориентированных на трансформацию основных отраслей экономики, таких как сельское хозяйство, энергетика, жилая и промышленная инфраструктура, а также транспорт, сможет задать новые алгоритмы политического и экономического взаимодействия. Эти программы могут внедряться самими инженерами через сообщества и компьютерные продукты. Подобный опыт к XXI в. у человечества есть. Такие электронные сервисы, как Google или Facebook, уже изменили реальность. Сделали это за короткий срок. Главная проблема в том, что этот инженерный продукт служил в конечном итоге ценностям капиталистической системы. Он разрабатывался для обогащения и потребления. Новые продукты могут быть созидательными, привязанными к инженерным проектам глобального масштаба.

Развитые инженерами технологии включают и новые финансовые инструменты. В XXI в. создан механизм краудфандинга, позволяющий большому количеству людей совместно финансировать новые инженерные разработки. Если разделить стоимость даже самых грандиозных инженерных сооружений на население Земли, то суммы могут быть ничтожными. Например, цена Международной космической станции – 150 млрд USD. Это меньше 20 USD на жителя восьмимиллиардной планеты. Оборонный бюджет США на 2023 г. – без малого 900 млрд USD. И даже 110 USD в год в пересчёте на одного человека – подъёмные деньги.

Теоретически, сбросившись ежегодно по 100 USD (27 центов в день), можно снарядить армию, не подконтрольную ни одной стране. Финансирование больших программ может вестись здесь без участия государства. А объединённое технологическими целями общество само станет субъектом политики наравне с государством, но без «лидеров», «вождей», «элиты» и всех прочих, кто присваивает себе не только часть доходов людей, но и природные достояния целых стран и результаты интеллектуального труда их народов.

Вступая в технологическую конкуренцию с государствами и глобальными корпорациями, инженерное сообщество способно предлагать универсальные решения, более эффективные, чем те, что принимаются на основании интересов и выгод каких-либо обособленных групп людей. Речь на таком уровне уже не может идти о грабеже, войне или революции ради власти и обогащения. Общее взаимодействие и общее финансирование возможно только вокруг конкретных, созидательных и практических целей. Подобные цели способна предлагать только инженерия.

В результате конкуренции созидательных и разрушительных инженерных решений неизбежно победят первые. В конечном итоге они будут приняты всеми и распространены повсюду. То, что такие более эффективные и унифицированные устройства, системы и алгоритмы в первой четверти XXI в. ещё не появились, объясняется отсутствием реальной конкуренции. Право на технологии и большие технологические проекты сосредоточено в руках «мировых элит». Они преследуют свои клановые интересы,и эффективность им не выгодна.

Чем сложнее и прожорливее устройство, тем больше в нём вращается веществ и энергии, тем больше оно потребляет. Чем больше требуется для работы инфраструктуры, тем больше в ней продаётся и покупается. Чем масштабнее торговля, тем грандиознее прибыль. «Элиты», имеющие доступ к ресурсам (не важно каким – сырьевым, технологическим, финансовым, информационным, людским и др.), не могут быть заинтересованы в достижении высокой эффективности – это значило бы снижение расходов, а следовательно, и доходов. Поэтому и необходимы инструменты, позволяющие инженерии со специфической и присущей ей манерой целеполагания вступить в соревнование с заведомо прожорливыми системами, производимыми капитализмом. К счастью, в XXI в. инженерам удалось разработать такие инструменты.

Достаточно создать эффективные и адекватные уровню развития науки, техники и социума XXI в. глобальные инженерные системы в ключевых отраслях экономики – и цель будет достигнута. Революция окажется не нужной. В идеальной, но возможной ситуации будущего, в котором в нашем распоряжении находятся безграничные ресурсы космоса, денежные спекуляции и войны станут бессмысленным анахронизмом. Политики и банкиры начнут просто выполнять свои функции, подобно сантехникам и электрикам, дворникам и официантам. Даже если это не произойдёт одномоментно, а сбудется поэтапно, как только инженерия возымеет целеполагающую силу в развитии общества.

Неизбежная необходимость признания инженерии как одной из высших ценностей может привести к иному сценарию. В нём одно из государств добровольно при поддержке граждан начинает последовательно реализовывать комплексную программу по разумному инженерному переустройству транспортной инфраструктуры, урбанистики, энергетики и сельского хозяйства на биосферные технологии, которые уже имеются – они разработаны и апробированы международной группой компаний Юницкого, где трудится более 1000 инженеров. В данном случае такое государство в разы поднимет экономику и станет мировым лидером в создании и внедрении высокоэффективных и экологичных отраслеобразующих продуктов. Однако для этого страна должна иметь настоящий суверенитет и абсолютно не зависеть от интересов глобальных политико-экономических центров. Есть в XXI в. такое государство? К моменту написания данного текста вопрос остаётся без ответа.

В любом из представленных сценариев власть инженеров не будет осуществляться напрямую и принадлежать какой бы то ни было группе людей. Власть станет всеобщим целеполаганием, которое сформировано по инженерным правилам, требующим конкретики и эффективности. Инженеры продолжат служить своим машинам, чтобы машины служили всем людям, не нанося ущерба Живой Природе. Остальная часть общества будет служить сама себе, и в том числе инженерам, обеспечивая их потребности и возможности реализации их замыслов. Только так можно достигнуть гармонии между машинами и людьми – связав их в общем круговороте, нарушив сложившуюся исторически систему, в которой инженеры и все прочие служат богачам и королям, создавая для них всё, что тем заблагорассудится, даже собственные виселицы и гильотины.

То, что инженеры не должны и не хотят властвовать напрямую, – это важно. Никто, никакая группа людей не должна властвовать над другой. Моё утверждение коренится в инженерной логике. Если общество, цивилизация – это сверхсложная система, то никакая её часть не должна быть определяющей. Могут быть значимые и менее значимые элементы, могут использоваться элементы, без которых устройство перестанет работать, но не может и не должно быть детали, ради которой существовал бы весь механизм. С инженерной точки зрения это абсурд. Любое инженерное устройство, включая инженерную составляющую (индустрию) нашей цивилизации, должно иметь смысл существования за пределами самого себя. Как автомобиль служит для транспортировки, дом – для защиты от ветра, дождя и холода, а холодильник – для хранения пищи, так и цивилизация в качестве сложного инженерного устройства должна служить выживанию и развитию человечества, а не обогащению кого бы то ни было, будь он даже самый выдающийся инженер. Только объединившись вокруг инженерных целей и задач, люди в сложившихся в XXI в. условиях могут достичь этого.

Подобная синергия наблюдается в нашем организме. Что главное в нём: сердце, почки, лёгкие, мозг или кишечник? Они все важны, так как их совокупность плюс сознание, духовность и разум (как их общая функция) – это и есть *Homo sapiens*.

Кому-то может показаться, что предлагается модель, в которой человек служит машинам. С одной стороны, да, с другой – нет. Можно задать такой же глупый встречный вопрос: «В нашем организме мозг служит кишечнику или кишечник мозгу?» Они не служат друг другу, не обслуживают друг друга, не должны друг другу, не обязаны друг другу, поскольку составляют единое целое – живой организм. Так и наша инженерная цивилизация – это единый биотехносоциоорганизм.

Человек не станет сотрудничать с машинами, которые отравляют природу, убивают и лишают будущего его и его детей. Он будет иметь дело с машинами, помогающими ему и заботящимися о нём. И это будет не служба, а забота, как мы заботимся о посаженном нами саде или домашних питомцах, живущих в нашем доме. Так заботится гонщик о двигателе своего болида, а художник – о своих кистях и мольбертах. Они заботятся о вещах, которые заботятся о них и гармонизируют их жизнь. Если в XX в. между человеком и предметами – никчемными и малоэффективными – сформировалось отношение хозяина к рабу, то в будущем при совершенствовании и ценностном наполнении инженерных разработок отношение к ним может осмысливаться как партнёрство. Таков разумный цивилизационный уклад, не требующий для своего установления никаких потрясений, а только осознания, воли и переоценки ценностей.

Диктатура инженерии к середине XXI в. не может быть утверждена в ходе открытой социальной революции. Это долгий процесс. Всё более совершенными и взаимоувязанными становятся технологии. Инженерное мышление делается всё более глобальным. Понимая глубже и глубже значимость и возможности находящихся в их руках знаний, инженеры пробуют применять эти знания в планетарном масштабе, совершая первые попытки переустройства мира Земли как инженерного проекта. Одно за другим решения, принимаемые этими настоящими хозяевами мира, определяют настоящее и будущее. Что-то должно подтолкнуть их к пограничным выводам. Они должны осознать в полной мере свою роль, ответственность и миссию. Тогда ряд действий, осуществляемых независимо друг от друга, но в единой логике, может в одночасье переформатировать всю служащую левиафану систему. С инженерной точки зрения в этом нет ничего невозможного, если только избранный путь вписывается в границы физических закономерностей, генетически прописанных Творцом при создании нашей Вселенной, в которой мы все сейчас и живём.

На Земле более чем достаточно ресурсов для процветания десятимиллиардного человечества. Необходимо только разумно, инженерно оценить их и грамотно воспользоваться ими.

4. Инженерное переустройство

4.1. Сколько людей может вместить планета

Прежде чем представить, как инженерия, тем или иным образом став управляющей силой и высшей ценностью цивилизации, может изменить мир к лучшему, необходимо убедиться в том, хватит ли человечеству ресурсов для продолжения цивилизационного развития. Каков запас прочности и каковы действительные пределы ёмкости планеты и её биосферы? Будут ли они достигнуты в XXI в., или же рационализация их использования может существенно – на сотни или даже на тысячи лет – отсрочить момент достижения точки невозврата? Правда ли так опасно всё, чем пугают людей капиталистические псевдоэлиты, – парниковый эффект, карбоновый след, грядущий дефицит продовольствия и энергии, перенаселённость? Или это только мифы и страшилки, культивирование которых преследует принципиально отличные от провозглашаемых цели? Как оценить ёмкость биосферы с инженерной точки зрения? Для этого потребуются только цифры и факты.

4.1.1. Парниковый эффект и безопасная карбоновая ёмкость земной атмосферы

Парниковый эффект на планете обусловлен наличием в приземном слое атмосферы многоатомных газов, непрозрачных для теплового излучения, – водяного пара, углекислого газа, метана, озона, оксида азота, фреона и др.

Водяной пар, которого в земной атмосфере содержится 12,7 трлн тонн, по своему влиянию на повышение температуры на планете является самым активным парниковым газом. Его вклад в суммарный парниковый эффект на Земле, достигающий 32 °C, составляет 20,2 °C (против вклада CO_2, составляющего 7,2 °C) [65].

В настоящее время парниковый эффект на Земле в среднем до 78 % обусловлен парами воды и только до 22 % (т. е. в 3,5 раза меньше) – углекислым газом. Вкладом других газов, в том числе метана, можно вообще пренебречь [66]. При этом в переводе на одну тонну газа, содержащегося в земной атмосфере, парниковая эффективность тонны CO_2 всего в 1,5 раза превышает парниковый эффект от тонны паров воды.

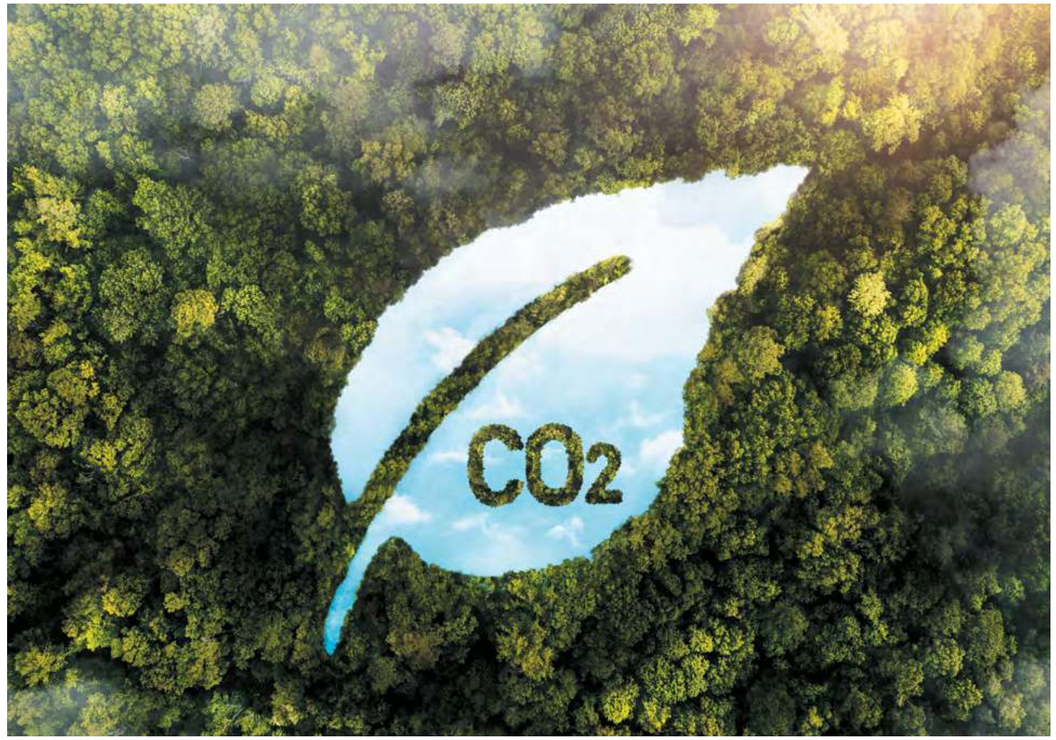
Без парниковых газов средняя температура на Земле находилась бы на уровне –18 °C, т. е. все реки и моря всегда были бы замёрзшими и на суше не было бы ни флоры, ни фауны (сегодня средняя температура на планете составляет +15 °C). Поэтому парниковый эффект – величайшее благо. Без него жизни на Земле, скорее всего, не было бы, либо простейшие организмы, зародившиеся на ранней горячей планете, продолжали бы существовать где-нибудь в незамёрзших глубинах океанов.

Выбросы промышленного водяного пара (например, из градирен атомных электростанций) не так уж и безобидны. Каждая тонна пара, поступившая в приземный слой атмосферы, эквивалентна по «парниковому эффекту» 0,67 тонны углекислого газа. Поэтому экологичность АЭС – это иллюзия не только из-за проблем с радиацией, но и по климатическим факторам, так как на каждый выработанный на АЭС киловатт-час электроэнергии в приземный слой атмосферы выбрасывается 3,6 кг водяного пара. В частности, в 2015 г. только АЭС России выбросили в атмосферу 730 млн тонн водяного пара (в CO_2-эквиваленте – около 490 млн тонн углекислого газа [65]), что, например, значительно превышает выбросы парниковых газов всем российским транспортом, в том числе автомобильным.

Дополнительные источники водяного пара, поступающего в атмосферу планеты от деятельности человека (в млрд тонн в год): испарения из вод, используемых на бытовые нужды, – 180, испарения из промышленных вод – 800, из речных стоков на ирригацию – 5400. Суммарно в CO_2-эквиваленте (с позиций глобального парникового эффекта) это составляет более 4 трлн тонн углекислого газа.

Учитывая, что парниковый эффект от водяного пара в атмосфере (в пересчёте на одну тонну) всего в 1,5 раза уступает CO_2, воздействие антропогенной деятельности на круговорот водяного пара и его вклад в парниковый эффект в 140 раз (!) превышает карбоновый вклад от углекислого газа, вырабатываемого всей земной индустрией, включая транспорт.

Таким образом, человечеству на самом деле важнее заняться сегодня оптимизацией потребления воды в быту, промышленности и особенно в сельском хозяйстве с целью организации успешной борьбы с «глобальным потеплением». Это более значимо, чем, например, по указке глобалистов перенаправлять все свои цивилизационные усилия на борьбу с «карбоновыми ветряными мельницами». Ведь совершенно очевидно, что программа декарбонизации, продвигаемая «глубинной властью», преследует совершенно иные цели. Это же относится и к их маниакальной «озабоченности» глобальным потеплением. Но когда глобалисты поймут значимость водяного пара в парниковом эффекте, то, скорее всего, предложат кардинальное «решение» по «оптимизации» планетарных процессов в свойственном им демоническом стиле: закатать в асфальт весь Мировой океан, так как именно он является основным источником водяного пара в атмосфере Земли.



О том, что углекислый газ – не главный климатообразующий фактор, свидетельствует вся многомиллионнолетняя история развития жизни на планете. Например, 250–320 млн лет назад, в каменноугольном периоде, концентрация углекислого газа была вдвое ниже, чем сейчас, но средняя температура – на 10 °C выше [67]. Между тем 150–200 млн лет назад содержание CO_2 было почти на порядок больше, чем в XXI в., – 0,3 %, а 400–600 млн лет назад – даже 0,6 % [68], при этом тогда не отмечалось никакого глобального потепления, наоборот, практически всю планету покрывали льды.

Общая масса углекислого газа в земной атмосфере составляет к моменту работы над данным текстом 3,03 трлн тонн (около 0,038 % общей массы атмосферы планеты), из них 550 млрд тонн ежегодно растворяются в морской воде и переходят в живое вещество в результате фотосинтеза [69]. То есть в среднем весь атмосферный CO_2 участвует в углеродном планетарном цикле раз в 5–6 лет.

На создание органического вещества ежегодно расходуется около 300 млрд тонн углекислого газа, т. е. около 10 % количества CO_2, содержащегося в атмосфере [70]. Затем почти вся эта масса углекислого газа возвращается обратно в атмосферу и гидросферу в результате окисления закончивших свою земную жизнь организмов и продуктов их жизнедеятельности.

Наибольшее количество свободного углекислого газа в биосфере находится в верхнем слое океана – 140 трлн тонн, что, например, в 46 раз больше, чем в атмосфере.

Цикл круговорота углерода в результате создания органического вещества в земной биосфере полностью замкнут. Из общей массы органического углерода, ежегодно поглощаемого растениями, только незначительная часть переходит в литосферу и выходит из этого круговорота.

Исследования показали, что текущий уровень содержания углекислого газа в земной атмосфере для эффективного фотосинтеза в 2–3 раза ниже оптимального. Об этом, в частности, свидетельствуют данные об уровнях CO_2 в коммерческих теплицах, в которых отмечается оптимальная урожайность при его значении 0,1–0,12 % и более [67]. Исходя из этого, можно сделать вывод: недостаток углекислого газа в земной биосфере с точки зрения

всего живого вещества (а не весьма ограниченного в биосферных знаниях «человека-глобалиста» – одного из миллиардов видов живых организмов на планете) составляет сотни миллиардов, если не триллионы, тонн.

Увеличение концентрации CO_2 в атмосфере на самом деле вызвано не столько промышленностью и транспортом, сколько возвращением углекислого газа обратно из отложений в океане и на суше благодаря повышению средней температуры на планете (а не наоборот). В то же время это улучшает урожайность сельскохозяйственных культур, способствует росту лесов и луговых растений, а также рыбы, ракообразных, моллюсков, водорослей и кораллов в океане.

Следовательно, мировой уровень индустриальных выбросов CO_2 в XXI в. (порядка 30 млрд тонн в год, т. е. 1 % от его содержания в атмосфере) окажет влияние на парниковый эффект максимум в размере 1 % от упомянутых выше 22 % влияния углекислого газа на климат, или в общей сложности – всего 0,22 %. Это значительно ниже статистической погрешности измерений средней температуры на планете и среднего содержания углекислого газа в атмосфере. Очевидно, что дополнительный парниковый эффект проявит себя только в том случае, если именно этот индустриальный углекислый газ останется в свободном состоянии, а не будет связан зелёными растениями (или «зелёными» технологиями) в промышленных регионах или не будет затем растворён в океане.

Таким образом, демонизируемый антропогенный CO_2 совершенно безопасен для биосферы и не только не является избыточным, но даже не восполняет карбоновый дефицит в земной атмосфере.

При этом важно помнить, что сухое вещество любого организма (т. е. без учёта кислорода и водорода, входящих в состав воды любой живой клетки) примерно на 60 % состоит из углерода. Углерод является главным химическим элементом земной жизни, включая человека. Пищевая цепочка для углерода начинается именно в атмосфере, где он должен присутствовать в достаточном количестве с точки зрения эволюции живой биосферы, а не мёртвой техносферы, созданной человеческой цивилизацией, или искусственного интеллекта, которому биосфера вообще не нужна.

4.1.2. Мировое потребление энергии

Мировое потребление энергии означает общее количество энергии, потребляемое цивилизацией; включает всю энергию, получаемую из всех энергоресурсов и используемую во всех промышленных и потребительских секторах мировой экономики. Мировое потребление энергии является важным показателем уровня развития техногенной цивилизации как в производственно-экономической, так и в социально-политической сферах деятельности.

Средняя плотность солнечной энергии на внешней границе атмосферы Земли составляет 1,366 кВт/м^2. Подсчитано, что без этой энергии, поступающей на планету (при «отключении» Солнца), за неделю температура атмосферы снизится до –20 °C, за год – до –73 °C, а за несколько лет температура на Земле упадёт до –240 °C и будет сохраняться далее на этом уровне [71].

Преобладает мнение, что всю новую историю, когда повсеместно появилась и интенсивно стала развиваться земная индустрия, солнечное излучение было стабильным, с вариациями в пределах 0,2 %. Такие вариации интенсивности солнечного излучения составят всего 2,732 Вт/м^2, что при площади поперечного сечения Земли в 130 млн км^2 (с учётом атмосферы) даёт колебания мощности падающей на планету внешней энергии в 350 млрд кВт. Данный показатель, например, в 167 раз превышает общую установленную мощность всех действующих электростанций мира, равную 2,1 млрд кВт (при населении 8 млрд человек на начало 2023 г. это составляет всего 0,26 кВт электрической мощности на одного жителя планеты).

Полагаем, что такие же колебания мощности дополнительной (внесолнечной) энергетической подпитки планеты со стороны техногенной цивилизации приемлемы в будущем и не приведут к глобальным экологическим проблемам. Тем более что мощность солнечной энергии, достигающей Земли, сама по себе нестабильна во времени из-за изменения расстояния до светила (от 147 млн км в январе до 152 млн км в июле) – такие колебания в течение года доходят до 6,9 %, что, например, в 34,5 раза больше упомянутых выше 0,2 %, и составляют 12 трлн кВт. На этом фоне 2,1 млрд рукотворных киловатт мощностей электростанций (менее 0,02 % по сравнению с 12 трлн солнечных киловатт) не имеет какого-либо значимого влияния, что должно быть понятно любому мало-мальски грамотному независимому эксперту. Так, из-за годовых колебаний мощности солнечной энергии температура в некоторых регионах нашей планеты может достигать 100 °C: от +40 °C летом до –60 °C зимой. Вряд ли в этом регионе кто-то заметит рукотворные климатические изменения на 0,02 % в сторону потепления, например до +40,01 °C летом и до –59,99 °C зимой.

Кроме того, светимость нашей звезды увеличивается на 1 % (мощность солнечной энергии, достигающей Земли, вырастет при этом на 1,78 трлн кВт) каждые 110 млн лет за счёт ускоренного сжигания водорода. Поэтому через 4–5 млрд лет Солнце превратится в красного гиганта, расширится и вообще поглотит Землю [72].

Мощность мирового энергопотребления в первой половине XXI в. с учётом атомной энергетики и сжигания углеводородов во всевозможных топках и двигателях внутреннего сгорания составляет около 20 млрд кВт (2,5 кВт на каждого жителя планеты). Тогда при увеличении мощности энергопотребления на душу населения до 5 кВт (т. е. при годовом потреблении энергии на душу населения в количестве 43 800 кВт·ч) с учётом её экологической оптимизации безопасная ёмкость земной энергетики составит: 350 млрд кВт / 5 кВт/чел = 70 млрд человек населения планеты.

Из приведённого анализа следует, что в будущем при земном населении 10 млрд человек безопасная для биосферы энергетическая мощность, приходящаяся на одного жителя нашей планеты, составит: 350 млрд кВт / 10 млрд человек = 35 кВт/чел, что, например, в 13,5 раза выше нынешнего душевого энергопотребления всей земной техногенной цивилизацией. Если более точно: для биосферы эти 350 млрд кВт мощностей некритичны, так как энергетический порог безопасности для неё будет по меньшей мере на порядок выше.

4.1.3. Биологически безопасная ёмкость биосферы для техногенной человеческой популяции

В XXI в., по последним данным, на планете живут порядка триллиона видов живых организмов, из которых изучены менее 0,0001 %: животных, растений, грибов и микроорганизмов (микробов, вирусов, бактерий, простейших и др.). При этом на немикроскопические виды (видимые невооружённым взглядом) приходится не более миллиона видов. Все эти живые существа обитают в биосфере планеты Земля миллионы, а некоторые и миллиарды лет. В ходе эволюции здесь всё идеально подогнано друг к другу, поэтому в земной биосфере всё гармонично устроено, нет ничего лишнего и полностью отсутствует необходимость что-либо улучшать.

Не нужно бороться с микроорганизмами, нужно научиться сосуществовать вместе с ними. Любую войну, объявленную микробам, люди проиграют. Ведь только в человеческом организме живут более 10 000 видов бактерий, вирусов, архей и грибов, а микробиом человека вообще насчитывает баснословное количество жителей – порядка 100 трлн бактериальных клеток. Они составляют сверхсложную экосистему человека и являются основой его иммунной системы, особенно микробиота кишечника, включающая преимущественно почвенные микроорганизмы – это они кормят, поят и даже лечат нас. Собственных клеток у человека значительно меньше – около 40 трлн, поэтому существует риск навредить им, так как невозможно бороться с одним-единственным представителем нежелательных вирусов (например, с COVID-19), не нарушая сложившийся в течение миллионов лет симбиоз человеческого организма с триллионами полезных микроорганизмов тысяч видов, живущих в нём.

Прописанное врачом лекарство не лечит, а, скорее, калечит. Важнее не само лечение, а недопущение заболеваний путём укрепления иммунной системы, которая является универсальным лекарством. Для этого требуются: здоровый образ жизни, как физической, так и духовной; правильное и здоровое питание, полученное на живой плодородной почве без применения химических удобрений и ядохимикатов; живая природная слабоминерализованная питьевая вода родникового типа; чистый воздух, насыщенный фитонцидами целебных растений и цветов.

Даже если на планете будут жить и трудиться 100 млрд человек, то их биомасса составит лишь 0,05 % биомассы всей земной биосферы, что, например, меньше массы всех муравьёв, комаров и мух (с учётом их личинок). И это никоим образом не приведёт к глобальным проблемам, если, конечно же, человечество перестанет бороться с природой, начнёт сосуществовать с ней как один из биологических видов по сложившимся за миллиарды лет эволюции биосферным законам.

4.2. Реформы инженеров: инженерная эпоха «Техносфера 2.1»

У инженерии XXI в. есть достаточно ресурсов и небывалые технические возможности для позитивного преобразования мира, созданного предшествующими поколениями инженеров. Однако это потребует коренных трансформаций в системе ценностных ориентиров и практических целей общества. Переоценка может быть осуществлена в результате утверждения соответствующей политической воли, что вряд ли реально, принимая во внимание современную специфику как политического, так и экономического целеполагания. Другой вариант инициирования переоценки – запуск мощных инженерных проектов через социально-финансовые инструменты, к этому времени разработанные и практически внедрённые инженерами. Такой системой может стать краудфандинг на базе цифровых платформ. При этом запускаемые проекты должны охватывать главные сферы экономики и предлагать решения, нацеленные на глубинную трансформацию базовых отраслей мировой экономики.

Инженеры могли бы начать изменения с переустройства четырёх ключевых отраслей: энергетики, сельского хозяйства, транспорта, урбанистики (жилая, социальная и производственная инфраструктура). Целью изменений должно стать обеспечение человечества экологической, сырьевой, продуктовой, энергетической, транспортной, инфраструктурной, демографической, социальной и иными видами безопасности, а также гармоничное пространственное развитие цивилизации в глобальных масштабах. Существенный экономический эффект следует основать на больших объёмах созидательных работ. Значит, искомые проекты должны иметь огромный потенциал, быть реализуемыми и эффективными. Комплекс подобных проектов призван обеспечить глубинное реформирование цивилизации и её вхождение в эпоху «Техносфера 2.1». Какой она может быть и на каких технологиях возможно её основание?

4.2.1. Энергетика

Общемировые биосферные запасы горючих сланцев оцениваются в 650 трлн тонн, бурых углей – 4,9 трлн тонн [72, 73]. Органическое вещество горючих сланцев образовано из биомассы преимущественно низших водорослей (сапропелевые компоненты), в меньшей степени – высших растений (гумусовые компоненты) и частично – животных организмов. Содержание органического вещества, в том числе протонефти, составляет в сланцах в среднем 45 % (в разных месторождениях от 10 до 80 %).

Массу органического вещества, содержащегося в бурых углях и горючих сланцах, можно оценить в 300 трлн тонн со средней удельной теплотой сгорания 33 МДж/кг (Qbdaf = 29–37 МДж/кг), или в среднем 9,2 кВт·ч/кг. Этих запасов горючих сланцев и бурых углей достаточно для выработки примерно $2{,}7 \times 10^{18}$ кВт·ч энергии, из них $1{,}2 \times 10^{18}$ кВт·ч – электроэнергии (при среднем КПД угольной теплоэлектростанции, равном 45 %). Тогда при среднегодовой мощности душевого потребления энергии в 5 кВт/чел (!) (из них 2,25 кВт/чел – электрическая энергия, 2,75 кВт/чел – тепловая) запасы горючих сланцев на 100 % обеспечат энергией земное население в 10 млрд человек примерно в течение 5400 лет (!).

Реликтовая солнечная биоэнергетика (РСБЭ)

Энергия, запасённая в бурых углях и горючих сланцах, – это реликтовая солнечная энергия, полученная от светила живыми организмами, проживавшими на планете 100–450 млн лет назад. Следовательно, бурые угли и горючие сланцы могут быть использованы не столько для генерации электрической и тепловой энергии, сколько для получения реликтового живого гумуса – основы плодородия любых почв, ведь такой биогумус будет иметь тот же химический состав, что и древнее дерево, взявшее всё необходимое для жизни из древней же (реликтовой) почвы.

Можно сжигать горючие ископаемые не полностью, а, например, только 50–75 %. Затем отходы сгорания – золу, шлак, шлам, пыль, дымовые газы – смешивать с несожжёнными 25–50 % сланцев или бурых углей (с добавлением любого сырья органического происхождения – травы, торфа, опилок, навоза, бытового мусора и др.). Полученную многокомпонентную смесь, в которой присутствует как органическое, так и минеральное сырьё, окончательно перерабатывать в живой плодородный гумус в биореакторах с помощью специально подобранных сообществ аэробных и анаэробных почвенных микроорганизмов, взятых, например, из мирового Банка плодородных почв, созданного в Беларуси на территории Крестьянского (фермерского) хозяйства «Юницкого».

Полученный реликтовый биогумус можно вносить в почву от 2–3 % – при таком его содержании даже песок пустыни станет плодородным. То есть вокруг электростанций возможно создать высокоплодородную почву. На ней вырастут сады. Таким образом, побочным «отходом» работы реликтовых солнечных биоэлектростанций станут виноград, яблоки и другая сельхозпродукция.

Это легко осуществить, так как в угли и сланцы превратились в доисторические времена более 80 химических элементов, входящих в состав всех земных живых организмов, в том числе древних растений, и все они снова через восстановленную реликтовую почву дадут новую жизнь новым организмам, только через 100–450 млн лет.

Наиболее распространённые в XXI в. традиционные тепловые электростанции выбрасывают отходы в атмосферу, вызывая кислотные дожди, убивающие всё живое на огромных территориях. В то же время содержащиеся в этих дождях вещества, например сера, относятся к макроэлементам и жизненно необходимы всем живым организмам. Так, суточная потребность взрослого человека в сере составляет 4–5 г (в нашем организме её содержится около 100 г). Дело лишь в том, что сера должна поступать в организм растения, животного или человека не в виде кислотного дождя, а с пищей – в виде органических соединений.

Избыточное тепло электростанций (около 55 %) можно отдать в теплицы, а в жарких странах – преобразовать в холод и использовать для охлаждения оранжерей. Углекислый газ не будет выброшен в атмосферу – его направят в теплицы и оранжереи, где этот углерод утилизируется растениями в пищевые углеводы, белки, жиры, витамины и другое многообразное живое вещество – в виде тысяч различных органических соединений, включающих в свой состав всю таблицу Менделеева, основная доля в которых по массе приходится именно на углерод. Растения в этих теплицах будут не только поглощать атмосферный CO_2 и производить продукты питания, но и дополнительно вырабатывать кислород, необходимый для дыхания людей, живущих рядом.

Кроме того, на реликтовых солнечных биоэлектростанциях следует осуществить глубокую переработку части углей и сланцев с целью получения из них не только плодородного гумуса, но и синтетического топлива и широчайшего спектра химических продуктов (ароматические углеводороды, кислородные и азотистые соединения, алициклические спирты, которые обладают водорододонорными свойствами, и др.), а также разнообразных химических элементов, включая золото (содержание в сланцах – до 40 г на тонну), элементы группы платины, вольфрам, молибден, редкие, редкоземельные и другие металлы.

Например, некоторые российские угли содержат (в граммах на тонну угля): иттрий – 254, скандий – 96, диспрозий – 384, гадолиний – 335, самарий – 211, лантан – 46, церий – 89, неодим – 806, что суммарно равно более 2 кг редких земель на тонну горючих ископаемых. Поэтому всю потребность России в редкоземельных металлах (порядка 10 000 т/год) можно закрыть, переработав всего 5 млн тонн подобных углей, а всю мировую потребность (порядка 200 000 т/год) – 100 млн тонн, что составляет менее 1 % от планируемых к использованию в таких электростанциях углей и сланцев.

В качестве сырья для получения химической продукции на биоэлектростанциях, размещённых в промышленных кластерах, можно применять не только угли (сланцы), но и продукты их горения – дымовые газы, пыль, золу, шлам, шлак. Такие технологии в XXI в. уже давно созданы. При этом чем ниже энергетическая ценность используемых углей и сланцев (т. е. чем выше их зольность), тем эффективнее и продуктивнее они станут с позиций производства на биоэлектростанциях плодородного гумуса и самых разнообразных химических элементов, продуктов и веществ. Следовательно, работающие на бурых углях и горючих сланцах реликтовые солнечные биоэлектростанции обеспечат будущие потребности земного человечества в указанных продуктах на тысячелетия вперёд.

Побочный продукт реликтовой солнечной биоэнергетики – повышение плодородия почв

Технология РСБЭ – полностью биосферная, т. е. экологически чистая и безотходная. Такая энергетика не только не будет убивать живое, а, наоборот, создаст и станет культивировать новые жизни природными, а не природоподобными технологиями.

Из 300 трлн тонн органического вещества сланцев можно получить порядка 450 трлн тонн живого гумуса влажностью 50–60 %. Внесения порядка 10 % гумуса (таково среднее значение его содержания в тучных чернозёмах) в верхний плодородный слой почвы толщиной 30–40 см (примерно 30 000 т/км^2) будет достаточно для превращения в чернозёмные сельхозугодья 15 млрд км^2 земель, что превышает площадь земной суши примерно в 100 раз, а площадь всей поверхности Земли – в 29 раз.

Таким образом, всю сушу планеты земная реликтовая биосферная энергетика может превратить не в пустыню, а в цветущий сад, посаженный на самую плодородную и идеальную для жизни почву – тучный чернозём. Даже если слой чернозёма будет достигать метра и выше, то сделать это не составит особого труда. Такая биоэнергетика станет для человечества фактически бесплатной, так как произведённый ею «отход» – плодородный гумус, который будет стоить на рынке дороже нефти, – окупит производство электрической и тепловой энергии.

По технологии РСБЭ можно производить из тонны бурого угля более 1,5 тонны гумуса. Тонна гумуса позволит вырастить примерно тонну органической пищи. Поэтому ежегодная добыча 15–20 млрд тонн бурого угля и сланцев, что всего в 2–3 раза превысит уровень их добычи к концу первой четверти XXI в., не только обеспечит энергией 10 млрд (!) человек из расчёта 5 кВт/чел (!), но и даст возможность накормить их здоровой и полезной (и даже лечебной) пищей. Более того, это позволит остановить опустынивание планеты и ежегодно поднимать продуктивность бедных и пустынных почв до уровня чернозёма на территории более 30 млн га, что превышает площадь большинства европейских стран.

Основные запасы горючих сланцев сосредоточены на территории США – более 400 трлн тонн, из которых можно изготовить (наряду с получением электрической и тепловой энергии) более 300 трлн тонн гумуса. Только этих запасов достаточно, чтобы обеспечить всё человечество энергией на тысячи лет вперёд и превратить (несколько десятков раз) всю планету в цветущий сад с более толстым слоем чернозёма, чем, например, в Украине. Стоимость американских сланцев как энергетического ресурса и сырья для производства биогумуса можно оценить минимум в 3000 трлн USD (при минимальной их стоимости 100 USD/т, а при 1000 USD/т – 30 000 трлн USD).

Пищевая солнечная биоэнергетика (ПСБЭ)

Биотопливо – различные виды горючих продуктов из растительного сырья, главными преимуществами которых являются возобновляемость и использование солнечной энергии, поступающей на Землю. Значит, применение биотоплива на транспорте, в промышленности и энергетике не изменит сложившийся природный энергетический баланс планеты.

Например, при урожайности 100 т/га сахарной свёклы, выращенной на высокоплодородной, обогащённой биогумусом почве, и сахаристости 18 % из корнеплодов, посаженных на 1 га земли, можно получить 10 тонн спирта – экологически чистого топлива, практически не уступающего по своим параметрам природному газу и водороду. Но спирт менее взрывоопасен, он удобен в хранении и использовании, а также более доступен.

Остальные 90 тонн свекольного сырья с каждого гектара пойдут на корм для животных и получение гумуса, который вернётся обратно в почву в качестве органического удобрения. При этом для восстановления взятых свёклой из почвы питательных веществ, направленных на выработку спирта, не потребуется внесения дополнительного гумуса, так как входящие в состав спирта углерод, кислород и водород растения возьмут не из гумуса почвы, а из воздуха (из углекислого газа) и почвенной воды (например, в указанных 100 тоннах корнеплодов содержится около 70 тонн воды).

Для ежегодного получения 1 млрд тонн спирта (приблизительно столько в XXI в. производится автомобильного бензина в мире) необходим 1 млн км^2 посевных земель. Это, например, в 21 раз меньше площади пустынь на планете, занимающих 21 млн км^2 (без учёта полярных пустынь Антарктиды и Арктики). Восстановив плодородие только на этих территориях, человечество сможет закрыть свою потребность в экологически чистом углеводородном топливе на тысячелетия вперёд и обеспечить питанием (через дополнительное производство биогумуса) миллиарды людей и животных.

Образующиеся ежегодно 2 млрд тонн (в сухом остатке) органических отходов в технологии выработки спирта пойдут на корм скоту и получение биогумуса в биоэлектростанциях. Поэтому живое вещество снова вернётся в ту же самую почву, где была выращена, например, сахарная свёкла, при этом не только восстановив, но и обогатив (благодаря сланцам) плодородие таких сельхозугодий.

Это и есть настоящая «зелёная» солнечная биоэнергетика, а не экологически небезопасные ветряки и солнечные панели, которые производят только энергию, не более того, и требуют много невозобновляемых ресурсов как на своё изготовление, так и на последующую утилизацию.

Если каждый год вкладывать в реликтовую и пищевую солнечную биоэнергетику 1 трлн USD (примерно столько же вкладывается в XXI в. в добычу и переработку нефти), то это обеспечит энергией всё человечество. Кроме того, это позволит ежегодно дополнительно озеленять территорию в 330 000 км^2, равную площади, например, такой страны, как Вьетнам. Необходимо отметить: биосферная энергетика увеличит общую биомассу растений на планете (так как они появятся даже на месте нынешних пустынь), что не только повысит утилизацию растениями антропогенного CO_2 и обеспечит дополнительное производство пищи для людей и животных, но и увеличит производство биосферой кислорода, необходимого для дыхания 10 млрд человек и компенсации его изъятия из атмосферы земной промышленностью, в том числе и реликтовой биоэнергетикой.

4.2.2. Сельское хозяйство

Общая сухая биомасса биосферы оценивается в 2,4 трлн тонн, из которых более триллиона тонн приходится на углерод [74]. При этом основная биомасса на планете – зелёные растения суши, в то время как суммарная масса остальных живых организмов (животных и микроорганизмов на суше и в океане, а также водных растений) составляет всего 38–46 млрд тонн (менее 2 %), учитывая подземную биомассу, находящуюся на глубинах до 5 км.

Человечество XXI в. имеет около 350 млн тонн биомассы в живом весе (около 45 кг на одного человека с учётом детей), или около 100 млн тонн в пересчёте на сухую биомассу (около 13 кг на человека), что равно примерно 0,004 % всей биомассы Земли.

Большая биомасса и многообразие сухопутных живых организмов объясняются наличием гумуса – сложного органического вещества, благодаря которому любая почва становится плодородной. В самых плодородных почвах – чернозёмах – гумуса содержится до 10–15 %.

Основа производства органической пищи для человека – живая плодородная почва.

Среднестатистический человек (с учётом всех возрастных групп) съедает в год около 700 кг пищи, или в переводе на сухое вещество – примерно 150 кг. В результате обмена веществ практически такую же массу отходов каждый человек выделяет в окружающую среду, в первую очередь через свою пищеварительную систему. Если эти отходы, преобразованные в гумус, внести обратно в почву, на которой был выращен урожай, то будет восстановлен природный круговорот живого вещества, нарушенный человечеством в XXI в.

Хаотичность развития инженерии в области сельского хозяйства привела к тому, что пища растёт в одном месте, а отходы образуются в другом, за тысячи километров. При этом ежегодный вынос питательных веществ из живой плодородной почвы на планете (а это миллиарды тонн) не компенсируется, так как в почву обратно вносятся в основном только три химических элемента (азот, калий, фосфор), хотя растения при своём росте берут из неё более 80 элементов. Причём в почву сельхозугодий вносятся произведённые промышленностью простые и растворимые химические удобрения, а не созданные жизнью сложные органические нерастворимые гуматы, как это и было в течение сотен миллионов предшествующих лет эволюции жизни и земной биосферы.

Производство сельскохозяйственной продукции

Для того чтобы вещества, взятые из почвы при выращивании сельскохозяйственной продукции, возвращались обратно, необходимо пространственно объединить зоны их производства и потребления. Сельское хозяйство, следовательно, должно быть интегрировано в жилую инфраструктуру или, наоборот, жилую инфраструктуру необходимо интегрировать в сельхозпроизводство. Как это сделать?

Крыши домов (мансарды) могут быть выполнены в виде стеклянных теплиц. В жарких странах – оранжерей. Цокольные этажи зданий можно использовать для выращивания морепродуктов и рыбы, как морской, так и пресноводной, а также грибов, птицы и другой продукции для употребления в пищу. При этом обслуживание закрытой сельскохозяйственной зоны может быть общим – нанятыми домохозяйствами садовником и агрономом.

Микрозелень и зелёная пища для жителей таких домов могут производиться в теплицах и оранжереях, в том числе оборудованных гумусопонными вертикальными фермами. По этой технологии в корневую систему растений подаётся раствор с питательными веществами; из посаженных семян в течение 5–7 суток вырастают зелёные побеги. Технология является природной в отличие от традиционной природоподобной гидропоники, использующей химические минеральные вещества, так как эволюционно растения сформированы под питание органическим гумусом.

Гумус – нерастворимые соли гуминовых кислот, запасённые в почве, – преобразуется в растворимую форму сообществом из тысяч видов аэробных и анаэробных почвенных микроорганизмов непосредственно в корневой системе растений. Поэтому в интегрированных с жилой зоной агрофермах может быть использована гумусопоника – по данной технологии растения питаются жидким гумусом, в котором нерастворимые соли гуминовых кислот уже переведены в растворённую форму. Ко времени написания данного текста такие эксперименты успешно осуществлены в Крестьянском (фермерском) хозяйстве «Юницкого».

Микрозелень, культивируемая на гумусопонике, – натуральная органическая пища, изначально богатая легкоперевариваемыми питательными веществами и витаминами; в технологии её выращивания отсутствуют химические удобрения, химические средства защиты (пестициды, гербициды и другие ядохимикаты) и ГМО. Например, по сравнению с сухим кормом для животных (комбикорм, луговое сено) гумусопонный корм из проростков пшеницы лучше усваивается, является более энергоёмким и содержит в 2–3 раза больше белков и жиров, а по содержанию углеводов, сахара и витаминов превосходит сухой корм в десяток раз. Он также намного полезнее и эффективнее свежей травы и силоса. В отличие от другого корма, съедаемого не на пастбище, этот корм поступает в живом виде на пике своего роста, сохраняя все витамины и пищеварительные ферменты, которые так необходимы животным, особенно в зимний период.

Ещё одна принципиальная разница: животное съедает не только надземную часть, но и богатую сахарами и белками корневую часть, а также остатки семян, содержащие крахмал. При этом в качестве подложки можно использовать различные органические отходы: солому, жмых и даже специально подготовленную древесную щепу, которые микроорганизмы и корни растений переводят (ферментируют) в легкоусвояемое питание. В результате получается сбалансированный, полноценный и стабильный по своему составу и качеству корм, обеспечивающий поступление всего многообразия необходимых питательных веществ травоядным животным.

Вне зависимости от времени года и природно-климатических условий (засуха, проливные дожди, жара и морозы) гумусопонные установки смогут круглогодично обеспечивать не только животных, но и людей свежей зелёной пищей, что особенно важно при авитаминозе в зимний период.

Для выращивания тонны зелёного корма требуется около 2 тонн воды, в то время как при традиционном полевом способе – 400 тонн, т. е. в 200 раз больше. На традиционную заготовку кормов для крупного рогатого скота нужно иметь примерно гектар земли на одну голову, а в рассматриваемой технологии на круглогодично действующих вертикальных гумусопонных фермах, устроенных, например, на цокольных этажах зданий и сооружений, необходимо около 1 м^2 пола, т. е. в 10 000 раз меньше. При этом исключены (причём на больших в 10 000 раз природных территориях) механическая обработка почвы и внесение удобрений, а также такие операции, как посев, жатва, сбор урожая, транспортировка, сушка и др.

Круглогодичное производство сельскохозяйственной продукции в теплицах в условиях защищённого грунта к концу первой четверти XXI в., например в Нидерландах, уже даёт усреднённую урожайность до 50 кг/м^2 в год. Тогда для обеспечения семьи из пяти человек фруктами, овощами, ягодами и зеленью достаточно иметь до 100 м^2 площади. Если разместить теплицы на крышах, т. е. заменить традиционные крыши на круглогодично действующие теплицы (в жарких странах – на оранжереи), то каждый дом способен прокормить живущую в нём семью растительной пищей. При этом такое здание не уничтожает природную почву, поскольку она из-под фундамента дома (даже если это песок пустыни) будет перенесена на крышу, обогащена гумусом и станет более «зелёной», т. е. более продуктивной.

Производство мясной продукции и биогумуса

Рассмотрим производство органического мяса на примере крупного рогатого скота, так как коровы якобы наносят экологии Земли значительно больший ущерб, чем, например, автомобили и самолёты, вместе взятые. Такой вывод сделали специалисты Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Food and Agricultural Organisation – FAO) [75]. По данным FAO, в XXI в. на Земле живут около 1,5 млрд коров, которые якобы выделяют 18 % от 100 % парниковых газов, что действительно превышает уровень выбросов всего транспорта планеты.

На самом же деле эти 18 % взяты от 22-процентной части парниковых газов – от углекислого газа. То есть их влияние равно всего лишь 0,18 × 22 % = 4 %, так как основные парниковые газы – пары воды – почему-то в расчёт не были приняты, хотя значимость H_2O в создании парникового эффекта в земной атмосфере в 3,5 раза больше, чем CO_2, что обосновано выше.

Корова съедает в год около 20 тонн зелёного корма и производит примерно 20 тонн мочи и навоза. Соответственно, для всех коров в мире (1,5 млрд) понадобится порядка 30 млрд тонн корма; от них будет получено 30 млрд тонн навоза, или в пересчёте на сухое вещество – около 3,5 млрд тонн, или 1/55 биомассы, продуцируемой биосферой.

Эта ежегодно отмирающая на планете биомасса, та же трава, независимо от того, съела её корова или нет, всё равно была бы переработана биосферой в течение сезона в гумус – теми же самыми микроорганизмами, что и в желудках коров, с выделением тех же самых и в тех же количествах сопутствующих газов, в первую очередь метана и CO_2.

Следовательно, коровы никоим образом не меняют биосферные процессы и не наносят ущерба Живой Природе, так как биосфере совершенно безразлично, где была переработана эта органика с поглощением кислорода и выделением метана и CO_2 – в почве или пищеварительной системе животного. При этом корова ускоряет процессы переработки органики в гумус, так как живая биофабрика превращает сухую траву в практически готовый биогумус в течение суток, а в почве эти же процессы занимают несколько месяцев.

Каждая корова производит несколько продуктов, среди которых прибавочная стоимость её биосферного отхода – навоза и мочи как органического сырья для изготовления гумуса – соизмерима со стоимостью производимого ею молока и мяса. Одна корова ежегодно способна поставить в составе природного органического удобрения (в килограммах): азота – 100, калия – 50 и фосфора – 140 с почти 100-процентной усвояемостью в почве [76]. Кроме замещения выносимых растениями из почвы питательных компонентов все виды навоза повышают содержание гумуса в почве и восстанавливают плодородный слой любых угодий.

Таким образом, демонизация органической говядины в материалах некоторых исследователей, в том числе под эгидой ООН, является всего лишь заказной работой по переводу человечества на употребление синтетического мяса в интересах производителей этого опасного для здоровья продукта питания.

Упомянутые 30 млрд тонн навоза, преобразованные ежегодно в живой плодородный гумус, например в реликтовых солнечных биоэлектростанциях, будут стоить на мировом рынке порядка 10 трлн USD. Эти 30 млрд тонн биогумуса позволят производить столько органической сельхозпродукции (в первую очередь в линейных городах), сколько будет достаточно для того, чтобы прокормить более 20 млрд человек, – без применения химических удобрений, ядохимикатов и ГМО. Так будет решена проблема голода на нашей планете.

Автомобиль же не производит ничего полезного, кроме транспортной услуги, а его индустриальные отходы (выхлопные газы, продукты износа шин и асфальта, антиобледенительные соли и др.) содержат более 100 канцерогенов, способных отравить всё живое на планете на территориях, превышающих, например, площадь Великобритании в десятки раз. Поэтому сравнение коровы и автомобиля с позиций опасности для биосферной среды обитания не только некорректно, но и кощунственно.

4.2.3. Транспорт

Уже неоднократно было сказано, что транспорт к концу первой четверти XXI в. стал одним из основных источников экологического загрязнения планеты. Значительная часть суши (причём лучшие земли) «закатана» в асфальт и «похоронена» под шпалами – она равна площади пяти Великобританий [77]. Плодородная почва, прилегающая к дорогам, деградирована на территории, на порядок большей. Из-за несовершенства транспорта ежегодно гибнут на дорогах около 1,5 млн человек (с учётом послеаварийных смертей в больницах) и сотни миллионов, если не миллиарды, крупных и мелких животных; более 10 млн человек попадают в аварии, получают травмы, становятся инвалидами и калеками.

Если ничего не изменится, то до конца XXI в. на дорогах мира могут погибнуть более 100 млн человек, а около миллиарда будут искалечены. Электромобили – модный тренд в транспорте – не спасут эти жизни в будущем, а точно так же продолжат убивать и калечить людей на дорогах.

При этом скорости перемещения остаются ограниченными из-за технического несовершенства распространённых повсеместно транспортных систем. Оптимизация глобальной транспортной отрасли оказывается жизненно важной задачей. Она может быть решена только инженерными средствами. Если же человечество будет исходить из признания инженерии в качестве высшей ценности, то конструкторам и проектировщикам необходимо решать задачу не просто по совершенствованию существующего, но и по созданию оптимального транспорта. Для этого нужно понять суть такого технологического изобретения и довести до предела эффективности его конфигурацию с точки зрения законов физики.

Основы тяговых расчётов движения любых транспортных средств используют четыре основные силы, действующие на транспорт во время движения:

1) аэродинамическое сопротивление;

2) сопротивление качению колеса (или сопротивление движению иного движителя);

3) сопротивление подъёму по идущей вверх дороге;

4) инерционные силы.

При этом главными являются первые две. Сила сопротивления качению автомобильного колеса в основном зависит от деформации шины и дороги в зоне контакта. Однако уже при скорости движения 60–70 км/ч сила сопротивления воздуха превышает любую другую, а на скорости свыше 80–100 км/ч превосходит их все, вместе взятые.

В формуле вычисления силы сопротивления воздуха только скорость берётся в квадрате. Таким образом, при увеличении скорости в два раза сопротивление воздуха возрастёт в четыре раза, при увеличении в три раза сопротивление станет больше уже в девять раз и т. д. Пропорционально будет расти и потребление энергии на преодоление этого сопротивления, что оказывается крайне существенным и фактически делает нецелесообразным для обычного автомобиля или поезда передвижение со скоростью свыше 120–150 км/ч. С учётом этого оказывается, что совершенствование скоростного наземного транспорта невозможно без знаний об аэродинамике.

Какой предмет обладает самой хорошей обтекаемостью? Ответ на этот вопрос известен любому. Падающая вниз капля воды имеет форму (в момент её формирования, так как затем во время своего падения капля деформируется), наиболее приемлемую с точки зрения аэродинамики. То есть округлая фронтальная поверхность и плавно сужающаяся длинная задняя часть.

Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x – величина экспериментальная. Численно он равен силе сопротивления воздуха в ньютонах, возникающего при скорости потока 1 м/с на 1 м^2 лобовой площади. За единицу отсчёта принято брать плоскую пластину, у которой C_x = 1. Так вот, у капли воды C_x = 0,04. А теперь представим автомобиль такой формы. Нонсенс, не правда ли? Мало того что такая штуковина на колёсах будет смотреться несколько карикатурно, использовать этот автомобиль по назначению будет не очень удобно. Поэтому конструкторы вынуждены искать компромисс между аэродинамикой автомобиля и удобством его использования. Постоянные попытки снизить коэффициент воздушного сопротивления привели к тому, что у некоторых автомобилей C_x = 0,25–0,28. Скоростные автомобили могут похвастаться C_x = 0,2. Однако данные показатели всё равно недостаточны для того, чтобы машины могли ездить со скоростью более 150 км/ч в штатном режиме без чудовищных расходов топлива.

Любой газ, в том числе воздух, состоит из молекул. Они находятся в постоянном движении и взаимодействии друг с другом. Возникают так называемые силы Ван-дер-Ваальса – силы взаимного притяжения молекул, препятствующие их перемещению относительно друг друга. Некоторые из них начинают сильнее притягиваться к остальным. С увеличением хаотического движения молекул возрастает и эффективность воздействия одного слоя воздуха на другой, растёт его вязкость. Происходит такой процесс за счёт повышения температуры воздуха, причём это может быть вызвано как прямым нагревом от солнца, так и косвенным – от трения воздуха о какую-либо поверхность или просто его слоёв между собой. Для того чтобы понять, как это отражается на автомобиле, достаточно попробовать взмахнуть рукой с открытой ладонью. Если взмах медленный, то ничего не происходит, однако если сильнее – ладонь уже явно воспринимает некоторое сопротивление. Это только одна составляющая.

Когда воздух направляется над некоторой неподвижной поверхностью (например, кузовом автомобиля), силы Ван-дер-Ваальса способствуют тому, что ближайший слой молекул начинает прилипать уже к ней. Этот «прилипший» слой тормозит уже следующий. Так слой за слоем, и чем быстрее движутся молекулы воздуха, тем дальше они находятся от неподвижной поверхности. В конце концов их скорость уравнивается со скоростью основного воздушного потока. Слой, в котором частички движутся замедленно, называется пограничным, и появляется он на любой поверхности. Чем больше значение поверхностной энергии у материала покрытия автомобиля, тем сильнее его поверхность взаимодействует с окружающей воздушной средой и тем больше энергии необходимо затратить на преодоление этих сил. Теперь, опираясь на описанное выше, можно сказать, что сопротивление воздуха – не просто ветер, бьющий в лобовое стекло. У данного процесса больше составляющих.

Лобовое сопротивление составляет до 60 % всех потерь. При движении транспортное средство сжимает набегающий на него поток воздуха и затрачивает усилие на то, чтобы раздвинуть молекулы воздуха. В результате возникает зона повышенного давления. Наиболее яркий пример подобного эффекта можно наблюдать в метро во время приближения состава к станции: поезд, как громадный поршень, выдавливает из тоннеля огромное количество воздуха, и в самом начале перрона мощь этого потока может ощутить любой.

Далее воздух обтекает поверхность корпуса транспортного средства, в процессе чего происходит срыв воздушных струй с образованием завихрений. Окончательный срыв воздушного потока отмечается в задней части машины и создаёт зону пониженного давления. Сопротивление спереди и всасывающий эффект сзади автомобиля образуют серьёзное противодействие движению. Этот факт обязывает дизайнеров и конструкторов искать пути по придании кузову формы, вызывающей наименьшие возмущения воздушной среды при сходе потока воздуха.

Наибольшее влияние на общую аэродинамику, например, высокоскоростного поезда оказывает передняя часть кузова. В ходе экспериментов в аэродинамической трубе установлено, что для лучшей аэродинамики передняя часть кузова локомотива должна быть низкой, широкой и не иметь острых углов. В этом случае не происходит отрыва воздушного потока, что благотворно сказывается на обтекаемости.

С точки зрения аэродинамики боковые поверхности автомобиля, имеющего малую длину по сравнению с поездом, больше всего влияют на создание безвихревого потока. Но округлять их слишком нельзя, так как это приведёт к увеличению поперечного сечения кузова (миделя) и ухудшит его аэродинамику.

Задняя часть транспортного средства также оказывает существенное влияние на коэффициент обтекаемости. Объяснение простое. Здесь воздушный поток отрывается и образует завихрения. Для того чтобы этого избежать, заднюю часть стараются сделать каплевидной для минимизации эффекта срыва потока.

Есть ещё один момент, значительно, как минимум вдвое, ухудшающий аэродинамические качества наземного транспорта, движущегося с высокой скоростью, – экранный эффект.

Экранный эффект – та же воздушная подушка, используемая в одноимённом транспорте, только образуемая путём нагнетания воздуха не специальными устройствами (например, воздушным винтом), а динамически набегающим потоком воздуха. Таким образом, корпус автомобиля при движении на высокой скорости создаёт подъёмную силу не только за счёт уменьшения давления над поверхностью крыши, но и за счёт повышения давления под нижней частью корпуса, что чревато отрывом от дорожного полотна во время движения. Проявление экранного эффекта можно регулярно наблюдать во время автогонок «24 часа Ле-Мана».

Для борьбы с экранным эффектом конструкторам приходится увеличивать прижимную силу с помощью антикрыльев, диффузоров, обтекателей. Каждый такой аэродинамический элемент увеличивает миделево сечение транспорта, что негативно сказывается на общем аэродинамическом качестве. Получается замкнутый круг.

Общественный транспорт также подхватил тенденцию снижения аэродинамического сопротивления, что сделало его более быстрым и более эффективным. Паровоз Mallard № 4468, построенный в Великобритании в 1938 г., имел максимальную конструктивную скорость 203 км/ч и использовался в регулярных пассажирских перевозках до начала 1960-х годов.

Японская высокоскоростная сеть железнодорожных линий Shinkansen (яп. 新幹線 – новая магистраль) перевозит пассажиров с 1964 г. Первые поезда на некоторых участках достигали скорости 210 км/ч. В дальнейшем стало возможным увеличить скорость до 360 км/ч. Тем не менее такие высокие показатели скорости – исключение, а не правило. Эти железнодорожные составы продолжают испытывать на себе эффект экрана, который как минимум вдвое ухудшает аэродинамические характеристики, и требуют огромного количества энергии для высокоскоростного движения.

Особенно показательно влияние эффекта экрана при использовании монорельсовой схемы подвеса, например в поезде Transrapid, который имеет самое высокое значение коэффициента аэродинамического сопротивления C_x. Данный показатель при высокой скорости не может быть ниже 0,4 из-за наличия «юбки», охватывающей несущую балку, и градиента скоростей в воздушном зазоре между «юбкой» и неподвижной балкой (не только сверху балки, но и с её боков и снизу). Минимально возможное значение C_x для модуля, который размещён в непосредственной близости от полотна (как у автомобиля), – 0,2 из-за эффекта экрана, созданного неподвижным дорожным полотном. Наименьшее значение C_x (0,05 и ниже) – у виртуального бескрылого каплеобразного модуля, находящегося над поверхностью земли на высоте 10 м и более. Для транспортного средства размером с автобус (длина, ширина и высота), имеющего скорость 140 м/с (504 км/ч), в первом случае мощность аэродинамического сопротивления составит более 4000 кВт (мощность магистрального тепловоза), во втором случае – 2000 кВт (мощность трёх танковых двигателей), в третьем – 500 кВт (мощность двигателя скоростного легкового автомобиля).

Как видно, ни один наземный вид транспорта из-за своей конфигурации, предполагающей движение в непосредственной близости к какой-либо поверхности (экраном может быть не только дорожное полотно, но и поверхность земли и водная гладь), не способен избавиться от эффекта экрана. По этой причине высокоскоростное движение для всех существующих видов наземного транспорта или затруднительно, или невозможно. Именно поэтому

для скоростного движения используют самолёты – дорогие, неэффективные и причиняющие большой вред природе самонесущие транспортные средства, для которых не нужна путевая структура.

Устранить экранный эффект можно, если поднять транспортное средство над землёй. Речь, разумеется, не идёт о создании очередного, заведомо неэффективного самолёта. Помимо него есть варианты.

Так, поднятая над землёй обычная эстакада весьма материалоёмкая, дорогостоящая и, кроме того, имеющая сплошное дорожное полотно. Следовательно, даже в ней экранный эффект не устраняется. Однако этого можно избежать, если убрать сплошное полотно и оставить лишь узкие полоски для движения колёс. Если же сделать путевую структуру неразрезной по длине, без температурных швов, то можно вдвое увеличить несущую способность эстакады. Для того чтобы исключить сжатие (например, в жаркую погоду) и потерю устойчивости, несущую конструкцию эстакады можно растянуть в продольном направлении, т. е. сделать её предварительно напряжённой. Такой вариант систем существует, в частности на канатных дорогах, но там нет рельса, а движение колеса осуществляется на малой скорости (причём с большими потерями энергии) по канату, который быстро изнашивается и приходит в негодность.

Именно поэтому основной технологический элемент в оптимизируемом транспорте – рельс, в сердцевине которого находится пучок растянутой в продольном направлении несущей арматуры (струн). Такой рельс позволяет не только устранить экранный эффект, но и в восемь раз увеличить несущую способность опор, на которых он крепится, так как опоры становятся не консольными, как в традиционных мостах, а закреплёнными по концам – снизу (фундамент) и сверху (путевая структура). Значит, опоры могут быть в десятки раз дешевле, поскольку весовая нагрузка от лёгкой эстакады (как инженерный бонус) будет на порядок меньшей, чем в традиционных балочных мостах. Это решение представляется оптимальным как с точки зрения минимизации аэродинамического сопротивления, так и с точки зрения снижения капитальных затрат на строительство дороги по сравнению со всеми известными альтернативами для прокладки путевой структуры – земляной насыпью, тоннелем, обычной балочной эстакадой.

Описанная конфигурация дороги позволяет улучшить аэродинамику, используя рельсовый электромобиль на стальных колёсах. Коэффициент его аэродинамического сопротивления удалось снизить до 0,05 (например, у самого дорогого и самого скоростного автомобиля Bugatti этот коэффициент равен 0,38), что приближается к теоретическому пределу, равному 0,04. Эти результаты получены экспериментально, путём многократных продувок в аэродинамической трубе, и запатентованы.

Оставалось решить проблему преодоления сопротивления качению колеса, на которое расходуется порядка 1/10 энергии при высокоскоростном движении (9/10 уходит на аэродинамику). Это решение заимствовано из железнодорожного транспорта, использующего самую эффективную систему опирания подвижного состава на путевую структуру: «стальное колесо – стальной рельс», где КПД равен 99,8 %, так как усилием в 2 кг можно двигать по горизонтальному рельсовому пути тележку весом в 1 тонну. Потери здесь на порядок, а при высоких скоростях и на два порядка меньше, чем у системы «пневматическая шина – асфальтобетонное полотно». И в разы меньше по сравнению с другими системами – воздушной и магнитной подушкой, в том числе из-за наличия у последних эффекта экрана.

Описанное инженерное целеполагание позволяет создать оптимальную транспортную систему. Основные её элементы:

1) неразрезная (без температурных швов) предварительно напряжённая рельсо-струнная эстакада;

2) беспилотные рельсовые электромобили на стальных колёсах, получившие название «юнимобили», – высокоаэродинамичные, снабжённые противосходной системой и имеющие интеллектуальную систему безопасности, управления, энергообеспечения и связи.

Создатели всех транспортных систем, распространённых на Земле в XXI в., опирались на законы природы, однако их действия были спонтанны с точки зрения целеполагания. Ни один из них, насколько известно, не ставил перед собой масштабной задачи. Они конструировали, например, лучший спортивный автомобиль или самый совершенный истребитель пятого поколения. Никто не пытался создать принципиально новую систему, вернее, транспортно-инфраструктурный комплекс, включающий больше десятка систем и подсистем (подвижной состав, путевая структура, система энергообеспечения, система автоматизированного управления и связи, логистическая инфраструктура и др.), оптимизированный с позиций физики (механика, аэродинамика, энергетика, сопротивление материалов, трибология и др.), который мог бы стать основой для перевозок в глобальном масштабе. А именно масштаб в оценке транспорта оказывается решающим фактором. Одна машина – это, скорее всего, хорошо. Но 2 млрд, которые прогнозируют уже к 2035 г., – это катастрофа. Один самолёт – прекрасно.

Но сотни тысяч – плохо настолько, что правительства некоторых стран даже вынуждены ввести экологический налог. Следовательно, главное требование к идеальному транспорту – способность быстро, эффективно, комфортно и доступно (пространственно и финансово) перевозить большое число людей и грузов, не нанося вреда окружающей природе, в первую очередь живой, частью которой люди (а не искусственный интеллект, например) и являются.

Инженерная оптимизация, возможная в ситуации, когда инженерия становится ценностью, позволяет создать не только самый эффективный транспорт, но и самый безопасный и самый экологически чистый.

Если в течение XXI в. транспорт станет преимущественно эстакадным, рельсо-струнным, то землепользователям на планете будут возвращены территории, равные по площади шести Республикам Беларусь, занятые прежде только автомобильными дорогами [77]. Освобождённые земли можно сделать опять плодородными. На это понадобится примерно 25 млрд тонн живого гумуса, что позволит улучшенным почвам ежегодно дополнительно давать около 1 млрд тонн сельскохозяйственной продукции (примерно 100 кг на каждого жителя Земли). Кроме того, зелёные растения, снова выросшие здесь, будут вырабатывать кислород, которого лишилась биосфера, и дополнительно связывать атмосферный углекислый газ – около тонны CO_2 с гектара в день [78].

При создании сети эстакадных предварительно напряжённых дорог, путевая структура которых будет размещена на надземном уровне, точечный объём земляных работ снизится более чем в 100 раз по сравнению с прокладкой таких же дорог в линейной насыпи. Экономия на сети дорог протяжённостью 25 млн км составит более 1 трлн тонн грунта – его не придётся привозить из карьера за десятки километров, как и не нужно будет копать сами карьеры. Следовательно, природному ландшафту и биогеоценозу не будет нанесён значительный ущерб и не потребуется рекультивация земель как в зоне строительства, так и в грунтовых и песчаных карьерах. Это особенно важно при прохождении трассы по вечномёрзлым грунтам, не способным выдержать дополнительную нагрузку от веса насыпи и от её нагрева на солнце в летний период.

Здесь не будет земляных насыпей и выемок, местами достигающих 10 м и более, как на автомобильных и железных дорогах. Подобные сооружения не будут нарушать миграцию домашних и диких животных, не станут угнетать природное биоразнообразие и препятствовать перемещению сельскохозяйственной и иной техники. Вдоль трасс «второго уровня» не образуются заболоченные и опустыненные обширные территории, особенно на пересечённой местности, ведь каждая дорожная насыпь является низконапорной земляной плотиной, мешающей движению поверхностных и грунтовых вод (грунт в ней должен быть уплотнён на 10 % по сравнению с естественным залеганием). Здесь не нужны будут водопропускные сооружения, мосты, путепроводы и многоуровневые развязки.

Внедрение новых технологий в транспорте может спасти в XXI в. от гибели на дорогах планеты порядка 100 млн человек, а от травм и увечий – около миллиарда, при этом эстакадные предварительно напряжённые трассы не убьют триллионы крупных и мелких животных, которые не попадут под колёса транспорта «второго уровня». Войны, непрерывно идущие на планете, уносят меньше жизней и меньше калечат людей, а также животных – крупных и мелких, домашних и диких.

Землепользователям планеты возвратится более 1 млн км^2 почв, сегодня «закатанных» в асфальт и «похороненных» под шпалами, а существенно большие площади суши на всех материках не продолжат деградировать из-за близости к автомобильным и железным дорогам.

Беспилотные рельсовые электромобили на стальных колёсах, движущиеся над землёй, характеризуются беспрецедентной эффективностью. Так, по сравнению с электромобилем Tesla на пневматических шинах их эффективность в 5–7 раз выше. Этот показатель обусловлен в том числе отсутствием эффекта экрана. Только благодаря данному аспекту происходит улучшение аэродинамики юнимобилей в 2–2,5 раза [77].

Описанные преимущества особенно ощутимы при больших масштабах коммуникаций. Если предположить, что на трассах по всему миру будут курсировать около 10 млн высокоскоростных юнимобилей средней вместимостью 40 пассажиров: от 3–5 пассажиров для семейных машин до 150–250 пассажиров для поездов. *(Для сравнения: мировой парк только автомобилей ко времени написания данного текста в 150 раз больше – примерно 1,5 млрд.)*

Стальные колёса, уникальная аэродинамика и отсутствие эффекта экрана снижают мощность сопротивления движению при скорости 500 км/ч в среднем на 2500 кВт на одно транспортное средство [77], что для упомянутого парка машин составит 25 млрд кВт. При коэффициенте использования, равном 0,75 (18 ч работы в сутки), такие параметры позволят ежегодно экономить около 40 млрд тонн условного топлива стоимостью приблизительно 40 трлн USD. Из атмосферы планеты ежегодно дополнительно не будут выжигаться (в том числе в тепловых электростанциях, вырабатывающих энергию для электротранспорта) примерно 120 млрд тонн кислорода; в атмосферу не попадут почти 200 млрд тонн выхлопных и дымовых газов.

Это и есть настоящая, а не декларативная экономия ресурсов в XXI в. (причём только в отношении высокоскоростной составляющей мировой транспортно-коммуникационной отрасли):

- сталь – экономия 250 млрд тонн;
- железобетон – экономия 3 трлн тонн;
- исчерпаемое минеральное сырьё – экономия более 3 трлн тонн;
- грунт (в том числе плодородная почва) – экономия 1 трлн тонн;
- топливо – ежегодная экономия 40 млрд тонн;
- атмосферный кислород – ежегодная экономия 120 млрд тонн;
- экологический ресурс – отсутствие ежегодных выбросов в биосферу около 400 млрд тонн твёрдых и газообразных техногенных отходов (в том числе выхлопных и дымовых газов).

Стоимость указанных сэкономленных ресурсов – около 1000 трлн USD. Не меньшей будет ценность спасённых в XXI в. миллиардов жизней (людей и животных) и порядка 1 млн км^2 территорий, возвращённых истинному землепользователю – биосфере. Важно также отсутствие в ней около 400 млрд тонн продуктов горения топлива и техногенных загрязнений.

4.2.4. Жилая и производственная инфраструктура

Как планировка городов начала XXI в., так и логистика в них, а также здания и сооружения не отвечают условиям безопасного, устойчивого и комфортного проживания. Города на планете строились и развивались стихийно. Сначала сотни и тысячи лет назад между отдельными жилищами были протоптаны пешеходные тропинки, затем они мостились булыжником, по которому перемещался гужевой городской транспорт. Позже на булыжник положили асфальт – по нему поехали автомобили. Вокруг асфальта начали строить небоскрёбы. Так и появились мегаполисы, в которых жить стало невозможно.

Исторически сформировавшаяся инфраструктура проживания предназначена не для людей, а для машин, в первую очередь для автомобильного транспорта, который насчитывает более миллиарда только легковых автомобилей. Пробки на дорогах, смог, сильнейший шум от движения городского транспорта, грязный воздух, почва, пропитанная сотнями канцерогенов – выхлопными газами, антиобледенительными реагентами, продуктами износа шин и асфальта. Улицы, дворы, наземные, надземные и подземные гаражи и стоянки забиты миллионами автомобилей.

Города на планете заняли огромные площади, причём на лучших землях. Эти территории выведены из биосферных жизненных циклов, так как застроены зданиями, сооружениями, городскими дорогами, инфраструктурой. Например, самый большой в мире по своим размерам китайский город Чунцин (82 400 км^2) по площади практически сравнялся с такой страной, как Австрия (83 800 км^2).

Альтернативой мегаполисам XXI в. могут стать линейные города, гармонично вписанные в окружающую среду любой природно-климатической зоны на планете [79, 80], – они не только не отнимут под застройку плодородную землю, но и дополнительно создадут её. Города, обеспеченные всем необходимым собственного производства – чистой энергией, органической пищей, артезианской (родниковой) питьевой водой. Города, благодаря которым с планеты исчезнут пустыни и Земля в XXI в. преобразится в цветущий сад, где безопасно и комфортно будет жить и трудиться всё человечество.

Линейные города целесообразнее размещать на 10 м выше нынешнего уровня океана. Если когда-нибудь, через сотни лет, он поднимется (и не важно, это произойдёт из-за естественного циклического глобального потепления или потепления, вызванного человеческой деятельностью), то океан не затопит такие поселения.

Линейный город будет выполнен в форме пешеходных кластеров, соединённых друг с другом городским электрическим коммуникатором «второго уровня», движущимся со скоростью до 150 км/ч, – как наиболее безопасным, энергоэффективным и экологически чистым видом пассажирских и грузовых перевозок [81].

Через линейный город или параллельно ему пройдёт транспортно-коммуникационный коридор шириной порядка 100 м – высокоскоростные воздушные трассы (скорость до 500–600 км/ч), гиперскоростные трассы (скорость до 1200–1500 км/ч), размещённые в форвакуумных тоннелях, и грузовые системы [77]. Для того чтобы обеспечить комфортное движение, при котором центробежные ускорения должны быть ниже 1 м/с^2, радиусы кривых на трассах (как вертикальных, так и горизонтальных) при скорости движения 500–600 км/ч должны быть не менее 20–25 км, а для 1200–1500 км/ч – не менее 120–150 км. Соответственно, линейный город может быть извилистым, а высокоскоростные трассы вдоль него должны быть максимально прямолинейными.

При средней плотности расселения в линейном городе, равной, например, 2000 чел/км, для проживания 10 млрд человек общая длина городов (построенных вдоль

коммуникационной сети, совмещённых с реликтовыми солнечными биоэлектростанциями и линиями электропередач и связи) составит 5 млн км. Тогда сеть линейных городов займёт на планете площадь порядка 5 млн км^2, или 1/27 земной суши (без учёта самого холодного континента – Антарктиды), а 26/27 суши могут быть отданы национальным паркам, заповедникам, заказникам и резервациям со щадящими режимами землепользования [82].

Кстати, площадь пустынь на планете (без учёта полярных пустынь Антарктиды и Арктики) – в четыре раза больше [83]. То есть, если озеленить пустыни и построить только там линейные города, в них смогут проживать до 40 млрд человек, обеспеченных всем необходимым – жильём, пищей, питьевой водой, энергией, транспортом, работой, отдыхом, рекреацией. Это ведь будет значительно проще и дешевле сделать, чем, окончательно истощив, загадив и угробив родную планету, лететь на далёкий, холодный и чужой Марс, чтобы влачить там жалкое существование в скафандрах, без местной органической пищи, свежей питьевой воды и живительного воздуха.

Линейные города займут сушу условно, так как на крышах всех зданий и сооружений (в теплицах и оранжереях) вырастут сады. Таким образом будут созданы природные биогеоценозы и биосферные экосистемы – даже на месте пустынь и вечной мерзлоты.

Общая длина новой транспортной сети с учётом поперечных линий и дорог «второго уровня», заходящих в охраняемые природные территории и месторождения природных ресурсов, достигнет примерно 10 млн км (для сравнения: общая протяжённость мировой сети всех типов дорог составляет сегодня более 60 млн км) [84].

Рядом с жилыми кластерами, вдоль или поперёк линейного города, будут расположены инфраструктурные кластеры иной функциональности: научные, учебные, производственные, спортивные, торгово-развлекательные, рекреационные и др. Для улучшения логистики и обслуживания производств, в том числе реликтовых солнечных биоэлектростанций с большим объёмом грузовых перевозок сырья и гумуса, инфраструктурные кластеры могут быть размещены вне жилой зоны – в зоне транспортно-коммуникационного коридора.

При этом требуемый объём перевозок по грузовой составляющей мировой сети – порядка 10 млрд тонн в год сланцев и бурого угля и примерно столько же плодородного гумуса.

Средняя скорость движения общественного городского транспорта (рельсовых электромобилей на стальных колёсах) составит в линейном городе 60–80 км/ч и более, что, например, выше, чем в московском метро. Не имеющий помех для движения – перекрёстков и пешеходных переходов, автомобилей, трамваев и автобусов, снежных или песчаных заносов, луж на проезжей части и др., – это будет самый безопасный и на порядок более скоростной городской общественный транспорт в мире. Так, наиболее быстрый городской транспорт первой четверти XXI в. – в Берлине, где его средняя скорость составляет 6,5 км/ч (для сравнения: в Вашингтоне – всего 2,8 км/ч) [85].

Эстакадный транспорт с предварительно напряжённой путевой структурой провисающего типа может стать самым энергоэффективным видом городских дорог из всех теоретически возможных, так как в нём автоматически происходит рекуперация энергии при движении от станции к станции. При выезде со станции юнимобиль разгоняется на спуске до расчётной скорости (например, 100 км/ч в середине пролёта) только за счёт гравитации, т. е. без использования двигателя. На второй половине пути, двигаясь вверх, кабина тормозится гравитацией, т. е. без использования тормозов.

В такой системе функционирования, похожей на колебания маятника, потенциальная энергия автоматически переходит в кинетическую и наоборот согласно законам физики, а не с помощью механических рекуператоров, имеющих, как правило, низкий КПД. Энергия здесь необходима лишь для преодоления аэродинамического сопротивления и сопротивления качению стального колеса, что примерно в 5–7 раз меньше, чем требуется при движении традиционного городского транспортного средства (автобус, трамвай, поезд) по горизонтальному пути. Поэтому для выполнения аналогичной транспортной работы сеть городских трасс, размещённых на втором уровне, потребует в 5–7 раз меньше энергии, чем обычная городская транспортная сеть «первого уровня» подобной протяжённости и производительности.

Путевая структура транспортных систем линейных городов может быть выполнена таким образом, что в неё будут «зашиты» электрические и информационные сети, обеспечивающие электроэнергией и связью нужды как кластеров, так и линейного города в целом со всей инфраструктурой – социально-культурной, торгово-развлекательной, научно-промышленной и др.

Каждый кластер будет иметь одну или несколько размещённых вне жилой зоны реликтовых солнечных биоэлектростанций общей мощностью 5000–10 000 кВт (в зависимости от количества жителей кластера), которые смогут производить в течение года до 50 000 тонн плодородного гумуса. Это позволит, например, ежегодно превращать до 1 км^2 пустыни (соразмерно площади среднего жилого кластера) в плодородную землю типа чернозёма. Таким образом, за 50 лет функционирования общепланетарный линейный город сможет обеспечить повышение плодородия почв до уровня тучного чернозёма на всей земной суше, включая горы и пустыни.

Кластер площадью 1–2 км^2 (размерами в плане порядка 1–1,5 км) планируется выполнить как пешеходное поселение городского типа. В нём будут комфортно проживать от 2000–3000 (из расчёта пять соток земли на человека, или 25 соток на среднюю семью из пяти человек) до 7000–10 000 жителей (две сотки на человека, или 10 соток на семью). Кластер при незначительных изменениях может быть возведён и на шельфе моря или (при выполнении зданий и сооружений плавучими) в открытом море.

Размеры кластеров обусловлены необходимостью соединения их центров друг с другом городскими эстакадными дорогами провисающего типа – одним пролётом, без промежуточных опор. Известно, что в городском транспорте частые остановки (менее чем через 1 км) существенно снижают среднюю скорость движения, а значит, приводят к увеличению продолжительности поездки. А в линейном городе на пролётах длиной более 1,5 км путевая структура будет чрезмерно провисать (под собственным весом и весом подвижного состава), что потребует размещения пассажирских станций на высоте 50 м и более. Поэтому и размеры кластера в плане, и длины пролётов в пределах 1–1,5 км являются оптимальными как с точки зрения пешеходной и транспортной городской логистики, так и по технико-экономическим показателям.

Жилая зона будет разбита на кварталы, разделённые лесопарковой полосой шириной 100–200 м, где расположатся места общего пользования для жителей кластера и гостей: зоны досуга и спорта, различные общественные здания и сооружения, спортивные площадки, стадион, оздоровительный центр, медицинский пункт, магазины, кафе, мастерские, детский сад, школа и др.

В центре кластера будет размещено здание-доминанта с пассажирской станцией на одном из этажей (или на крыше) – в пределах пешей доступности (путь к нему с любой точки кластера займёт менее 10 мин). По центру лесопарковой полосы на высоте более 10 м

пройдёт путевая структура (визуально лёгкая и ажурная, не дающая даже тени), которая при той же производительности будет дешевле традиционного подземного метро минимум в 10 раз.

По воздушным рельсам беззвучно поедет подвижной состав скоростного небесного метро – беспилотные рельсовые электромобили на стальных колёсах, которые энергоэффективнее традиционного электромобиля, т. е. «зеленее» его, минимум в три раза. Высота безопасного движения подвесных юнимобилей в самом низком месте трассы (в середине провисающего пролёта, а именно в промежутке между соседними кластерами) составит не менее 6 м до их низа.

Жилые дома будут объединены в архитектурно-функциональную систему – в многоквартирный «горизонтальный небоскрёб» (т. е. высотный дом, «лежащий на боку»). Размеры «небоскрёба», в том числе его длина, могут варьироваться в достаточно широком диапазоне – от 100 м до 1 км. Каждый дом жилой площадью 100–300 м^2 рассчитан на среднюю семью из пяти человек. Дома будут иметь два или три этажа – цокольный, жилой и мансарду.

Здания целесообразнее выполнять каркасными с панелями из вакуумного стекла – теплоизоляционные свойства таких панелей толщиной 20 мм эквивалентны кирпичной стене толщиной 1,5 м. При необходимости такие панели трансформируются в экраны, на которые можно вывести любые изображения. Основного материала для строительства – песка – на планете хватит на триллионы таких «небоскрёбов».

Каждый «горизонтальный небоскрёб» кластера будет выполнен по энергоэффективности как «дом плюс энергия» (по европейской классификации), когда дом с помощью установленного на нём инженерного оборудования (солнечные батареи, коллекторы, тепловые насосы, рекуператоры) вырабатывает больше энергии, чем потребляет.

Традиционные дороги в кластере будут выполнены «зелёными» (из ячеистого бетона с травой) и совмещены с пешеходными и велосипедными дорожками с возможностью проезда лёгких электромобилей. Предусмотрен проезд и более тяжёлых традиционных автомобилей, таких как скорая помощь, пожарная машина, сельскохозяйственная техника. Между домами ко всем приусадебным участкам будут проложены грунтовые дороги (с травяным покрытием) для проезда сельскохозяйственной техники.

Таким образом, каждый кластер – самодостаточное поселение городского типа, хотя по организации проживания, скорее, относится к сельским поселениям. Он будет обеспечен всем необходимым собственного производства – едой, водой, энергией, транспортом, а также различными услугами. Это гарантирует продовольственную, энергетическую, экологическую, инфраструктурную, социальную и иную безопасность линейного города даже в условиях пандемий и локдаунов, других природных и рукотворных стихийных бедствий.

Оптимизация городской планировки и застройки, а также зданий, сооружений и инфраструктуры – «линейных небоскрёбов», дорог на первом и втором уровнях, придомовых территорий и общих земельных участков, инженерных сетей, благоустройства и др. – обеспечит снижение стоимости жилья и проживания в линейном городе в 2–3 раза по сравнению с традиционной городской застройкой при одновременном повышении качества жилой среды и уровня жизни горожан.

4.3. Правила жизни нового инженерного мира

Принципиально новая инфраструктура расселения, проживания, работы и отдыха людей в линейных городах, вписанных в земную природу и не нарушающих её сложившиеся за миллионы лет эволюции локальные и глобальные биогеоценозы, позволяет по-иному взглянуть на исторически сформировавшиеся на планете социумы, входящие в структуру техногенной человеческой цивилизации.

Изобретя первую машину как своего слугу, человек стал постепенно, из поколения в поколение, социально мутировать и превращаться в её слугу, а затем и в её раба.

В XXI в. люди уже не мыслят жизни без смартфона и легкового автомобиля и заботятся о них больше, чем о своём здоровье. Например, создание и реализация технологий iPhone и MacBook были значимее для Стива Джобса, чем функционирование поджелудочной железы в его организме, от рака которой он и умер в 56 лет.

Люди ведь не укладывают свой смартфон на ночь в СВЧ-печь, так как понимают, что он быстро выйдет из строя, хотя могут положить его рядом со своей подушкой, поближе к мозгу. И даже могут построить дом под высоковольтной линией электропередач и спокойно десятки раз в день пересекать её.

Люди боятся высокого напряжения в розетке, но не придают значения, когда их бьёт током от дверной ручки, потому что они одеты и обуты в наэлектризованный электроизолятор, хотя их предки ходили босиком и имели электрический потенциал Земли. Людей не напрягает тот факт, что при расчёсывании волос скачут искры, а ведь это свидетельствует о высоком, порядка 100 000 В, электрическом напряжении вокруг головы, хотя они и знают, что их нервная система и головной мозг – это суперсложные низковольтные системы, обменивающиеся слабыми электрическими импульсами, очень чувствительными к внешним электрическим и электромагнитным полям.

Человек боится подойти к краю крыши 20-этажного дома, но не боится столкновения со встречным автомобилем при скорости движения 70 км/ч, а ведь при падении с высоты 80 м встреча с асфальтом произойдёт на такой же относительной скорости.

Люди всё больше и больше отдаляются от породившей их Живой Природы, становясь всё ближе к неживому миру машин, механизмов и искусственного интеллекта. Они радуются, когда ребёнок в пять лет уверенно работает на компьютере, но не огорчаются, когда он убеждён в том, что хлеб растёт на деревьях, как и яблоки, а колбасу выращивают на грядках, как и редиску.

Технократический вектор развития цивилизации, драйверами которого являются четыре отраслевые индустриальные технологии – сельское хозяйство (пищевой сектор), транспорт и связь (сектор коммуникаций), энергетика (индустриальные возможности), инфраструктура проживания, производства и работы (среда обитания), идёт в тупик из-за несовершенства этих устаревших (можно сказать, древних) технологий, которые не отвечают цивилизационным требованиям настоящего дня, не говоря уже о будущем. Под прикрытием глобального потепления, деиндустриализации, декарбонизации и других демонизируемых глобальных проблем происходит попытка обнуления цивилизационных настроек и слома существующего индустриального цивилизационного кода.

Решение любых сложных вопросов следует искать на более высоком уровне их осознания.

Основная причина глобальных проблем, поразивших общество первой четверти XXI в., – это деятельность человечества на площадке ума. Для того чтобы они ушли в прошлое, каждой человеческой личности и человечеству в целом нужно подняться на новый макроуровень – уровень разума.

Только разум системно отличает человека от животных. У животных также есть интеллект, а вот разума – нет. Ум отвечает за пропитание, продолжение рода, обеспечение других телесных потребностей, необходимых для выживания. Поэтому даже тот же коронавирус является достаточно умным, чтобы не ставить перед собой цель, например, уничтожения среды своего обитания – тела человека, в которое он поселяется.

Разум же отвечает за духовность – творчество, самопознание, саморазвитие, человеческие чувства и эмоции, нравственность, этику, искусство, культуру, абстрактное мышление, совершенствование отношений с другими людьми и окружающей природой и иные духовные ценности, включая инженерию как форму практически ориентированного творчества.

Только наличие разума делает человека социальной личностью. Такие понятия, как «социум», «социальность», «социализация», имеют очень близкий смысл. Их можно заменить двумя простыми и известными каждому словами: человеческие отношения.

Наличие разума позволяет людям осознанно совершенствовать и развивать свои отношения с другими людьми, окружающей природой и со всем мирозданием в целом. Разум проявляется в каждом человеке как одухотворённость и совесть. Согласно всем учениям – духовным, философским, религиозным – каждый человек должен себя улучшать и развивать, выстраивая возвышенные отношения всех уровней. Для этого природа и дала ему разум.

Обладая как умом, так и разумом, человек оказывается бинарным: он и социальная, и одновременно индивидуальная личность.

Индивидуальный – значит умный. Социальный – означает разумный. Чем разумнее человек, тем выше его одухотворённость и тем лучше он выстраивает свои отношения с другими людьми, окружающим миром и природой во всех её проявлениях.

Развитие индустриальных технологий в обществе потребления, созданном в эпоху капитализма, ориентированного только на прибыль, направлено преимущественно на удовлетворение телесных и умственных потребностей и удовольствий. При этом всё меньше внимания уделяется совершенствованию внутреннего мира людей, уровню и качеству их отношений как друг с другом, так и с окружающим миром. И чем меньше у людей остаётся человечности, тем больше они совершают бесчеловечных поступков, тем больше хаоса они несут в мир, уничтожая Живую Природу.

Созданная людьми техногенная цивилизация – это цивилизация весьма умных, но очень неразумных людей. Современный человек начал ценить индивидуальный комфорт значительно больше, чем межличностные отношения. Таких людей медицина пока всё ещё относит к категории «душевнобольной».

Чем больше у человека разрыв между умом и разумом, тем хуже для личности и для духовной среды его обитания – социума. И наоборот, чем осознаннее взаимоотношения между людьми в обществе, тем быстрее они и социум достигают успехов во всех сферах своей деятельности при значительно меньших затратах усилий и ресурсов. В этом и должна проявляться разумность каждого человека – в осознании, что главная личностная выгода

состоит в его духовном развитии, в развитии социальных и межличностных отношений не только с другими людьми, но и с окружающим его миром.

Настоящий прогресс техногенной цивилизации, построенной на инженерных и научных технологиях и открытиях, должен заключаться не столько в развитии и совершенствовании индустриальных достижений, сколько в прогрессе человечности в людях, составляющих нашу земную и именно человеческую, а не какую-либо иную (типа дельфинов, муравьёв и пчёл) цивилизацию. Настало время построить цивилизацию, состоящую не столько из умных технопотребителей, сколько из социально-разумных людей, для чего им необходимо научиться создавать и находить наряду с технические и социальные изобретения и открытия. Техногенная цивилизация должна смениться инженерной цивилизацией.

Человечность – это культурно-нравственное и общественно-социальное состояние личности, развитие её разума и обретение ею полноценной нравственности и этики межличностных отношений, осознанной ответственности и целостного понимания реальной жизни на Земле, в биосфере которой насчитываются миллиарды видов живых существ – миллиарднолетних долгожителей и настоящих хозяев нашей общей с ними планеты, которая является маленькой песчинкой (скорее, микроскопической пылинкой) в бесконечной во времени и пространстве Вселенной.

Человечность и духовность раскрывают всю полноту индивидуальной природы каждого человека, его уникальные способности и таланты. Развивая в себе эти качества, каждый человек начинает ощущать всё богатство земной жизни – своей и сотворённого совместно с такими же, как и он сам, общества.

Полнота нравственности – когда мы хотим сделать счастливой, разносторонней и качественной не только свою жизнь, но и жизнь родных и близких нам людей, исходя из логики теории «Шесть рукопожатий», – из любви к ним, опираясь не на личную выгоду, а на ценности высших порядков.

Осознанная ответственность – когда мы берём личную ответственность не только за свою жизнь и своё здоровье

(физическое, духовное и нравственное), но и за здоровье и жизнь родных и близких, человечества и планеты в целом и не перекладываем эту ответственность на других.

Целостность понимания – когда мы осознанно развиваем свой разум в направлении понимания того, как устроен и функционирует окружающий нас реальный (а не виртуальный и цифровой) мир и в чём заключается смысл каждой жизни и её предназначение.

Чем глубже и шире человек раскроет свою индивидуальность и скрытые таланты, тем насыщеннее, качественнее и интереснее станут его отношения с другими людьми. Заложенный природой божественный принцип единства в разнообразии возможен лишь при раскрытии в людях их личностной индивидуальной сущности, что только усилит и увеличит их наслаждение от жизни и отношений друг с другом.

Чем больше женственности будет в женщинах и чем больше мужских качеств в мужчинах, тем притягательнее она и он станут друг для друга, тем крепче и устойчивее будут их семейные союзы. В этом и заложена божественная мудрость – чтобы жизнь не вырождалась, а развивалась бесконечно от простого к более совершенному, более возвышенному и более качественному. Именно социальность и межличностные отношения позволили нескольким тысячам первобытных людей создать свои первые инженерные технологии и за несколько тысяч лет эволюции инженерного творчества развиться до современного техногенного мегасоциума – многомиллиардного человечества. Однако в этом процессе произошёл разрыв между нравственностью и инженерией, который необходимо устранить через апелляцию к разуму и придание ему системообразующего статуса.

Разум, как и сама жизнь, имеет антиэнтропийную природу. Это означает, что он всегда стремится к увеличению и упорядочению знаний, к осознанию сущности мироздания, а в высшем его проявлении – к постижению существа Живой Природы, к восстановлению с ней материальных и ментальных отношений и связей, утерянных человеком-технопотребителем по мере развития индустриальных технологий.

Человек как энтропийная материя обречён на тлен. Его интеллект, т. е. разум, – это антиэнтропийный инструмент, предназначение которого заключается в возвышении нематериального компонента его личности – духовности. Человек развивает свой индивидуальный и, соответственно, коллективный разум только тогда, когда, опираясь на свои таланты и опыт, приносит блага не столько себе, сколько тем, кто его окружает. Это и есть суть понятия человечности человека.

Согласно всем существующим религиям цель человеческой жизни состоит в том, чтобы каждый сумел раскрыть всё лучшее в себе и воссоединился с создавшим его мирозданием. Главная цель руководства любого государства – помочь в этом людям, живущим в данной стране. Такова социальная и духовная ответственность перед обществом.

Люди, находящиеся на площадке ума, становятся индивидуалистами и нравственно деградируют из-за интенсивно навязываемых «из каждого утюга» ложных приоритетов и целей общества потребления – в тщательно скрываемых интересах создавших их глобальных бизнесов.

В современной системе координат определяющими для всех государств являются экономический рост и ВВП, а не развитие гражданина страны как одухотворённой личности. Истинные приоритеты должны быть совсем иными. Известна поговорка: не ставь телегу впереди лошади. Материальное благополучие – это телега. А развитие в человеке человеческих качеств – это лошадь цивилизационного прогресса. Правильное и безопасное движение вперёд – когда лошадь впряжена в телегу, а не наоборот.

Если люди перейдут из экономической системы координат – из общества потребления – в социальную систему координат, стимулирующую развитие их человеческих качеств и разума, то наша цивилизация, осознав себя не как техногенная, а как инженерная (т. е. основанная не на технике, а на творческом созидательном потенциале, заложенном в сути инженерной деятельности), будет развиваться намного быстрее, увереннее и устойчивее.

Для достижения процветания на всех цивилизационных уровнях приоритетом должна стать жизнь в обществе человечности, духовности и нравственности, а не стремление превратиться в раба быстро создаваемого мёртвого, бездушного и обезличенного искусственного интеллекта, который будет управлять нашими телами и душами по прописанным дьяволом примитивным двоичным и виртуальным математическим кодам. Не нужно розовых иллюзий, почему это происходит. Цель та же – получение баснословной прибыли теми, кто и продвигает именно этот вектор цивилизационного развития.

Куда повёрнут нос корабля, по тому курсу судно и поплывёт. Государство должно быть ориентировано на развитие нравственности, духовности и человечности в людях. Тогда оно будет оцениваться по показателям, отражающим уровень и качество человеческих отношений. Соответственно, работа всех общественных институтов мирового сообщества должна быть переориентирована на улучшение этих показателей.

Главы государств в XXI в. подобны директорам новомодных школ, которые оценивают состояние дел только по уровню технической модернизации в их учебных заведениях. При этом сам учебный процесс в школе не берётся в расчёт. А чему, собственно, учатся дети? Да и учатся ли они чему-то нужному, важному и полезному? Какой толк от того, что школа оборудована по последнему слову техники и внешне хорошо выглядит, если ученики в ней, забыв про учёбу, ожесточённо дерутся между собой класс на класс и могут в неосознаваемом о последствиях запале даже поубивать друг друга? Именно это и происходит повсеместно на планете, поделённой, как лоскутное одеяло, между 245 государствами и зависимыми территориями.

Уровень развития у людей разума, нравственности и ответственности определяет качество их отношений. Поэтому государство необходимо оценивать не по росту ВВП, как это принято в эпоху развитого капитализма, а по таким показателям, как масштабы коррупции; количество преступлений, депрессий, стрессов, конфликтов; случаи бытового насилия, психических и других заболеваний, разводов, абортов, суицидов; число безработных и бездомных, неполных или неполноценных семей, а также детей, воспитываемых неродными родителями, и стариков, оставшихся без поддержки своих детей.

Среди положительных показателей: рождаемость и уровень образования и нравственности; количество регистрируемых семейных союзов и благополучных семей, золотых и бриллиантовых свадеб; число здоровых (физически, нравственно и духовно) людей, ведущих здоровый и нравственный образ жизни; продолжительность и качество жизни каждого человека и общества в целом; отношение к близким людям и окружающему миру; объём сохранённых и приумноженных биосферных ресурсов.

Главной задачей системы образования призвано стать воспитание в детях возвышенных качеств и стремления к нравственному и духовному развитию. Кино, телевидение, средства массовой информации должны не рекламировать «жвачку и попкорн» для процветания очередного бизнеса, а нести людям нечто более высокое и значимое: нравственность и этику, сотворчество и культуру общения, направленные на укрепление семьи и вдохновение людей на проявление их лучших человеческих качеств во всех структурах социума – от семьи до государства и цивилизации в целом.

В XXI в. общество ориентировано на прибыль, а это развивает в людях индивидуализм и вектор «брать», в то время как ориентация на идеологию нравственности и человечности развивает в людях стремление поделиться чем-то важным и достойным с другими. Перезагрузка человечества на нравственный вектор развития повлечёт за собой рост экономики, потому что там, где люди заботятся о благе друг друга, вырастут безопасность и стабильность, повысятся эффективность и производительность труда при снижении жизненных и производственных затрат и издержек.

Критерием эффективности и уровня цивилизованности социума, а также отдельно взятого человека будет не прибыль, а общественная польза, что сделает технопотребительское человечество инженерным, социотехнократическим. Труд станет не средством выживания человека в обществе и цивилизации на планете, а основным элементом созидания и творчества.

Такой курс развития способен привести мировое сообщество в течение XXI в. к гармонии и процветанию во всех сферах жизнедеятельности. Без сокращения численности населения и без деиндустриализации, так как именно инженерные технологии повысили качество и уровень жизни: от примитивного существования первобытного человека до современного цивилизационного уровня – при одновременном росте небольшой популяции двуногих и прямоходящих полуживотных индивидуумов до миллиардов разумных и одухотворённых личностей.

К концу первой четверти XXI в. человеческая цивилизация благодаря бурному развитию инженерных технологий (при недоразвитости нравственно-идеологических платформ) вошла в режим турбулентности и нестабильности. На руинах старых философий и идеологий неизбежно будут возникать попытки создания новых тоталитарных социально-политических и экономико-технократических глобальных международных систем. Необходимо знать их признаки, чтобы предотвратить эти попытки.

Такие деструктивные системы блокируют и подавляют развитие нравственности и проявление человечности в людях, они не дают обрести, раскрыть и реализовать людям полноту человеческих качеств. Ограничение развития разума человека осуществляется через социальную и образовательную стратификацию и ограничение знаний, в том числе путём сведения их к фрагментарным.

Например, одним детям дают информацию по «болтам и гайкам», другим – по «овощам и фруктам», третьим – по «искусственному интеллекту», но им не предоставляется стартовая полнота знаний обо всём многообразии окружающего мира. Более того, извращается сама система образования: детей обучают только тому, как стать потребителем и обывателем, а не социальной личностью и творцом.

Деградация нравственности начинается с детства и осуществляется через фокусировку сознания людей на телесных потребностях. Духовные потребности сводятся преимущественно к развлечениям и виртуальным играм, большинство из них – банальные и примитивные «стрелялки», в которых нужно как можно больше чего-нибудь и кого-нибудь уничтожить или как можно более изощрённо разрушить и убить. Это с раннего детства формирует у человека индивидуализм и потребительское отношение к жизни, друг к другу, ко всему мирозданию в целом, ведя в конечном итоге к разрушению личностей, социумов, стран, к экологическим и техногенным катастрофам, экономическим и социально-политическим кризисам.

Уничтожение традиционной нравственности, формировавшейся в обществе в течение тысячелетий, происходит в том числе через разрушение института традиционной семьи, а также путём лишения родительских прав и передачи детей на воспитание обезличенному и бездуховному государству либо сторонним или чужим и чуждым лицам и организациям.

Ответственность в людях блокируется через расслоение общества, через системное подчинение людей ускоренно создаваемому внеличностному, бесполому и мёртвому искусственному интеллекту, а также через ограничение социальных прав и свобод человеческой личности, имеющей заложенные природой живое тело, животворящий пол и живую душу.

Созданное за 200 лет существования капитализма (начиная с железной дороги Джорджа Стефенсона) общепланетарное общество потребления – техногенная технократическая цивилизация – напоминает в настоящее время неразумную плесень в чашке Петри, которая, съев ограниченные ресурсы и загрязнив отходами своей жизнедеятельности ограниченное пространство, неизбежно погибает.

Только в пространстве свободы может развиться в каждой личности ответственность. Чем меньше у личности истинной свободы, т. е. чем больше псевдозащитных масок человек наденет на своё лицо, чем больше прививок и чипов себе поставит, чем чаще будет прятаться в локдаунах, тем менее ответственным и несвободным он станет, пошагово превращаясь в киборга – оцифрованного биоконвергента.

Препятствием для развития индивидуальности каждого человека является также уравниловка в оценке полезности его труда для общества, которая, например, была в позднем Советском Союзе, – одинаковый уровень дохода для всех сотрудников, независимо от количества или наличия приносимой ими пользы.

Ещё одно труднопреодолимое препятствие к раскрытию заложенных от природы в каждом человеке талантов – все виды расслоения общества с отсутствием личностных социальных лифтов.

Для того чтобы искусственный интеллект не превратил человечество в послушное стадо зомбированных рабов, требуется социально-нравственная трансформация техногенного вектора развития цивилизации, а значит – прогресс человеческих отношений, прогресс нравственности, этики и человечности в людях. И всё это необходимо духовно осознать, чтобы земное человечество стало цивилизацией разумных людей.

Начать такую цивилизационную перезагрузку нужно с конкретных шагов: со строительства первых проектов по принципиально новой общепланетарной экоинфраструктуре, возможные элементы которой подробно описаны ранее. Это транспорт «второго уровня», линейные экогорода на первом уровне, реликтовые солнечные экобиоэлектростанции, промышленным отходом которых станет живой плодородный гумус и, соответственно, яблоки и виноград.

Близость к земле в линейном городе позволит человеку вернуться к своим истокам – к Живой Природе, частью которой он является и от которой оказался оторван, уверовав в идола научно-технического прогресса.

Люди при рождении получают тело – единственное, что точно будет в их распоряжении до конца их дней. Поэтому необходимо культивировать любовь к собственному телу, чтобы оно прослужило как можно дольше. Пища является главным сырьём для строительства клеток, органов, систем и всего организма в целом. Важен также образ жизни, обеспечивающий телесный контакт с природой. Всё это достижимо при организации расселения в линейных городах, где станет возможным:

1) каждый день ходить босиком по целебной утренней росе и встречать с петухами рассвет;

2) не опасаться за жизнь своих детей, играющих на траве, а не на асфальте, – они не попадут под автомобиль ввиду его отсутствия;

3) питаться только природной органической пищей, являющейся лечебной и дающей (начиная с самого раннего детства, с молоком матери) здоровье, хорошее самочувствие, выносливость, высокую работоспособность и долголетие. Такая природная пища укрепляет иммунную систему и продлевает жизнь до 100 лет и более; её невозможно заменить никакими самыми инновационными и дорогостоящими биологически активными

добавками (БАДами), лекарствами, вакцинами, прививками и процедурами;

4) дышать полной грудью чистым живительным воздухом, насыщенным фитонцидами целебных полевых и лесных цветов, трав и деревьев;

5) пить живую родниковую (артезианскую) воду, правильно взятую с нужного глубинного горизонта в пределах своего или соседнего жилого кластера без ухудшения её свойств и качества;

6) иметь любимое дело в своём доме или рядом с ним, в своём или соседнем кластере, и не тратить ежедневно часы драгоценного свободного времени на некомфортный, небезопасный и небесплатный транспорт, чтобы добраться до работы и вернуться домой. Ходить пешком на работу и по другим делам, причём бесплатно, станет нормой, ведь, исходя из физиологии, для общего укрепления организма нам желательно совершать ежедневно не менее 10 000 шагов. Такая общеукрепляющая физиотерапия полезна в любом возрасте и практически не имеет противопоказаний;

7) общаться с Живой Природой, укреплять тело и дух продуктивным физическим трудом, так необходимым человеческому организму, состоящему из множества подвижных элементов (850 мышц, 208 костей и 360 суставов). Такая ежедневная полезная физическая работа на своей земле, а не в фитнес-зале жизненно важна, в первую очередь для лимфатической системы, являющейся внутренней средой организма и основой нашего иммунитета и здоровья. Лимфа состоит из межклеточной жидкости и служит своеобразным пищеводом, водопроводом и канализацией для каждой клетки нашего тела (а их, таких клеток, порядка 40 трлн). Эта жидкость не имеет своего сердца, поэтому в её циркуляции по лимфатическим капиллярам (без образования застойных зон во всех перечисленных подвижных элементах человеческого тела и вызванных этим болезней, в том числе рака) эволюционно задействовано постоянное сокращение всех наших мышц;

8) каждому жителю получить в линейном городе свою главную жизненную профессию – счастливый человек, т. е. стать по-настоящему богатым, создав в себе самые большие человеческие ценности: здоровье (физическое, духовное и нравственное), долголетие и богатство души.

Кластеры линейных городов послужат базовой платформой самоорганизации сообществ для выживания в условиях жёсткой глобальной конкуренции при снижении роли и значения государственных границ как неких социально-экономических регуляторов.

Психологически человек всегда стремится найти поддержку и взаимопонимание среди сообщества людей, близких ему по духу и образу жизни, – ему недостаточно ощущать себя просто членом общества и гражданином своей страны. Человеку, уставшему от постоянного давления со стороны властей, политиков, бизнесов и рекламы, жизненно необходима своеобразная отдушина: понимание и солидарность, сопричастность без получения выгоды и прибыли, самореализация и духовно-нравственные ориентиры. Очень важны также общие культура и язык: родной язык, через который передаются опыт и знания предшествующих поколений, культура и социальные ориентиры; и информационный (неродной) язык, на котором говорят и общаются на нашей планете миллиарды человек.

Такие социальные потребности – социокультурные связи, общие ценности, религия, традиции, искусство, этнические и межэтнические контакты и др. – удовлетворяются именно в малых группах, имеющих схожие интересы. Подобные самоуправляемые общины различных типов, проявляющие себя в различных отношениях – духовных, религиозных, социально-экономических, этнических, организационно-управленческих, коммуникативных, политических, образовательных, историко-экологических, могут быть созданы в кластерах линейных городов.

При этом развитие науки, культуры и образования, малого и среднего бизнеса, туризма и сферы услуг, интеллектуальное и духовное развитие, воспитание детей, общение с природой, выращивание органической пищи для себя и членов своей семьи и иные сферы интеллектуальной, духовной и физической деятельности человека станут основной работой для многих жителей линейных городов.

Этот труд будет более интересным и значимым для любого социума, в том числе для человечества в целом, чем, например, работа шахтёром, токарем, сварщиком, металлургом или водителем-дальнобойщиком в обществе потребления, и оплачиваться он станет гораздо лучше. Поэтому безработица и бедность уйдут в прошлое, когда основная часть человечества переселится из оторванных от природы и жизни бетонно-асфальтовых джунглей мегаполисов в пешеходные линейные города, гармонично вписанные в Живую Природу.

Здесь возобладает инновационная стратегия перехода локальных (кластерных) социумов технопотребителей к новому качественному состоянию – к инженерному социотехногенному обществу. Такая перенастройка вектора долгосрочного развития земной человеческой цивилизации предполагает конверсию военно-промышленных комплексов и создание новой общепланетарной экоинфраструктуры – жилой, транспортной, производственной (в том числе сельскохозяйственной), энергетической, информационной. Станет возможным использование социальных ресурсов территорий, духовного и интеллектуального потенциала каждого человека, энерго- и ресурсосберегающих технологий, в частности путём перехода от глобального экспорта ресурсов и сырья на экопроизводство товаров и услуг (из этого же самого сырья) в кластерах линейных городов – с опорой на собственные силы, межрегиональное взаимодействие и человеческое измерение в экологии.

4.4. Инженерное освоение космоса

Переоценка статуса инженерии и её включение в пространство нравственной жизни человечества призвано обеспечить условия рационализации цивилизации. Иными словами, такая переоценка должна создать начальные необходимые предпосылки для разумного обустраивания человеческого мира. Она же задаёт и новый горизонт целеполагания, в котором цивилизация далее не должна рассматриваться как только земная, но предполагаются иные ноосферные, космические масштабы. Новый подход напрямую вытекает из глобального значения техники в качестве фактора цивилизационного развития, а также из глобальности преобразовательных возможностей инженерии. Более того, рассматривая перспективы трансформирования уклада жизни людей на Земле, неизбежно приходишь к выводу о целесообразности освоения космоса в промышленных целях.

Земная техносфера занимает ту же экологическую нишу, что и биосфера: машины, механизмы, технические устройства размещены в толще земли, воды, воздуха и активно обмениваются с ними веществом, энергией и информацией. Экологические проблемы встали остро уже в последней четверти XX в. потому, что техносфера по своей энерговооружённости, т. е. по возможности преобразовывать окружающую среду, приблизилась к биосфере в целом. Например, биосфера воспроизводит в год 230 млрд тонн сухого органического вещества, что в пересчёте на топливо всего на порядок больше годового потребления энергии всей техникой, имеющейся в распоряжении земной цивилизации. А объём перемещаемого и перерабатываемого техникой грунта, руды и других видов сырья вплотную приблизился к объёму производства органического вещества биосферой.

Все технологические ресурсы являются невозобновляемыми (исчерпаемыми) из-за отсутствия круговорота веществ, энергии и информации в созданной человеком техносфере. Главная причина – в ней нет микроскопических аналогов-роботов типа микроорганизмов в земной биосфере, работающих на атомном и молекулярном уровнях. Если бы они были, то смогли бы повсеместно на планете, в каждой точке её поверхности, замкнуть локальные трофические индустриальные цепочки, когда отходы одних инженерных технологий в каждом конкретном месте производства продукции или услуги (без всякой дополнительной транспортировки и дополнительных затрат энергии и других ресурсов) оказались бы сырьём для иных инженерных технологий, а значит, индустриальные ресурсы (как и биосферные) стали бы возобновляемыми.

Таким образом, земная индустрия будет существовать, пока не переработает все необходимые ей ресурсы в индустриальные отходы, выбрасываемые в биосферу. И не важно, что произойдёт ранее: закончатся ресурсы или будет загрязнена и уничтожена биосфера, – в любом из этих сценариев у любой техногенной цивилизации (не обязательно земной) нет будущего на родной планете – она неизбежно угаснет, а затем и погибнет.

Кардинальный выход из сложившейся ситуации только один: необходимо предоставить техносфере экологическую нишу вне биосферы. Это обеспечит сохранение и развитие биосферы по тем законам и направлениям, которые были сформированы в течение миллиардов лет эволюции, а также гармоничное взаимодействие общности людей (как биологических объектов) с биосферой.

Такой экологической ниши для техносферы на Земле нет. Но она есть в космосе, где для большинства технологических процессов имеются идеальные условия: невесомость, глубокий вакуум, сверхвысокие и криогенные температуры, неограниченные сырьевые, энергетические и пространственные ресурсы и др.

Таким образом, мы приходим к выводу о необходимости индустриализации космоса, если и в будущем земная цивилизация будет продолжать технологический путь развития. Для широкомасштабного освоения космоса у человечества не так уж много времени – даже при условии разумного переустройства образа жизни людей на Земле. Технократический гнёт будет продолжен, хотя и оптимизирован, что означает дальнейшую, пусть и более медленную, деградацию биосферы. Вынос производств в космос не только решает эту проблему, но и открывает перед инженерией новые просторы.

В XXI в. вся земная индустрия существует в планетарной технологической среде, основой которой являются земная гравитация (ускорение свободного падения – в среднем 9,81 м/с^2) и воздушная среда под средним давлением 760 мм рт. ст., содержащая в среднем 21 % очень активного

окислителя – кислорода. «Вездесущая» гравитация не позволяет создавать сплавы и композиты из материалов, имеющих разную плотность, – они расслаиваются под действием тяжести. В воздушной среде также нельзя осуществить многие технологические операции, значит, для них необходимы вакуумные насосы и специальные камеры. Причём получение кубического метра глубокого вакуума в земных условиях обходится дороже добычи тонны нефти.

Когда выплавленная сталь выливается из домны, она горит и дымит. Таким образом проходит процесс окисления металла кислородом воздуха, в результате чего металл теряет свои качества [86, 87].

Для получения лекарств и особо чистых веществ без примесей требуются идеальные условия, поэтому производственные цеха оснащены многоконтурной системой очистки воздуха. Однако и это не всегда помогает – даже самый стерильный воздух содержит миллионы мельчайших частиц пыли и тысячи микроорганизмов.

Земная солнечная энергетика не работает ночью, в дождь и пасмурную погоду, а поверхность солнечных панелей следует постоянно очищать от пыли и грязи.

Можно и далее перечислять недостатки планетарной технологической среды – их тысячи, включая ограниченность материальных и пространственных, а также энергетических и информационных ресурсов.

Космическая технологическая среда имеет множество плюсов. Во-первых, невесомость. В случае если нужна гравитация, то её можно создать с помощью центробежных сил: любой, сколь угодно большой объект (пример – планета Земля) можно будет раскрутить вокруг воображаемой оси без использования опорных подшипников, так как он находится в космосе в невесомости. Во-вторых, глубокий вакуум и сверхчистота (в том числе отсутствие газов, воздуха и микроорганизмов) простираются в бесконечность. В-третьих, солнечные электростанции (ажурные, лёгкие – они ведь невесомы) на высоких орбитах будут работать круглосуточно и круглогодично, не требуя очистки от пыли и грязи. Остаётся лишь один вопрос – как доставить на орбиту всё необходимое оборудование и как затем транспортировать космическую продукцию обратно на Землю?

Определяющую роль в индустриальном освоении космоса играет геокосмический грузопоток. Для того чтобы решить нерешаемую в пределах Земли проблему антагонизма техносферы и биосферы, требуется наладить производство в космосе и транспортировку на планету достаточного количества продукции. И в XXI в., и в будущем годовое душевое потребление промышленной продукции должно быть соизмеримо с эргономикой человека, и прежде всего – с массой его тела. Значит, для 10 млрд человек это не менее 100 млн тонн в год космической продукции, или хотя бы по 10 кг на одного жителя планеты. В данном отношении ключевую роль призван сыграть геокосмический транспорт (ГКТ).

Для создания и оптимизации ГКТ, способного обеспечить индустриальное освоение космоса и переход земной цивилизации в космическую, нужен принципиально иной подход, чем к наземному транспорту.

Дело в том, что мы находимся на планете в весьма глубокой гравитационной яме, выбраться из которой можно или поднявшись в бесконечность, или вылетев из неё с первой космической скоростью, равной для нулевой высоты 7919 м/с. Причём не вертикально вверх, а перейдя на низкую круговую орбиту, т. е. параллельно поверхности Земли. Следовательно, к каждой тонне груза, доставленного на орбиту, необходимо подвести минимум 8700 кВт·ч энергии. Это, например, соответствует кинетической энергии поезда длиной около 20 км и массой более 80 000 тонн, мчащегося со скоростью 100 км/ч (ракетный комплекс из-за низкого общего КПД системы тратит на эту геокосмическую работу в десятки раз больше энергии). Традиционному наземному транспорту не нужно так много энергии – он перемещается из пункта А в пункт Б горизонтально по дну «ямы», т. е. по поверхности планеты.

Чрезвычайно большие энергетические затраты при индустриализации космоса налагают на ГКТ ряд серьёзных ограничений:

- его КПД должен быть близок к 100 %, так как даже относительно небольшой выброс энергии в окружающую среду, т. е. в атмосферу, через которую на орбиту следует осуществлять транспортировку грузов, при работе ГКТ приведёт к катастрофическим экологическим проблемам;
- в качестве исходной энергии для ГКТ необходимо использовать наиболее экологически чистую энергию – электрическую.

Кроме решения экологических проблем повышение эффективности ГКТ снизит себестоимость доставки грузов на орбиту, которая обратно пропорциональна КПД транспортной системы (аналогично любому наземному виду транспорта). Широко применяемые в XXI в. ракеты под все эти требования в качестве транспорта не подходят категорически.

У ракет-носителей чрезвычайно низкая эффективность, и они экологически чрезвычайно опасны. Если учесть все полётные и предполётные затраты и потери энергии, то КПД ракеты – менее 1 %, что на порядок хуже, чем у архаичного паровоза. Кроме того, уже давно подсчитано, что всего 80 запусков в год тяжёлых ракет типа Space Shuttle способны полностью уничтожить озоновый слой планеты. Предельно допустимая производительность всего мирового ракетно-космического комплекса к концу первой четверти XXI в. – менее 1000 тонн грузов в год (всего 0,1 г в год на одного жителя планеты), что с транспортных позиций находится на уровне производительности одной земной телеги с парой крепких лошадей. При баснословно высокой стоимости перевозок доставка каждой тонны груза на орбиту обходится примерно в 10 млн USD.

Существуют различные альтернативы ракетам. Космический лифт, космический трамвай, электромагнитный ускоритель и др. Если рассмотреть этот список с точки зрения предложенных требований, предъявляемых к ГКТ, то в наибольшей степени им соответствует лишь одно из представленных ещё в XX в. инженерных решений – общепланетарное транспортное средство (ОТС), разработанное инженером Анатолием Юницким [1, 77, 81, 88, 89].

ОТС представляет собой расположенное по экватору Земли (или параллельно экватору) кольцо, состоящее из отдельных сегментов, объединённых двумя изолированными от внешней среды продольными каналами, в которых поддерживается вакуум. Внутри каналов располагаются два линейных (ленточных) ротора-маховика, охватывающих планету и удерживаемых системой электромагнитов, смонтированной по принципу магнитной левитации, являющихся роторами гигантского электродвигателя, способного работать и в генераторном режиме.

Кольцо располагается на специально оборудованной эстакаде, опоясывающей планету и идущей по суше, а также по воде (на специальных подводных понтонах). С помощью внешнего источника энергии один из расположенных внутри кольца линейных роторов разгоняется вдоль канала и, соответственно, раскручивается вокруг планеты до скорости, превышающей первую космическую. Благодаря центробежной силе каждый погонный метр ротора сначала (при достижении первой космической скорости) уравновешивает свой вес, а затем стремится подняться вверх, обеспечивая подъёмную силу.

В начальном состоянии кольцо закреплено на эстакаде по всей своей длине. После отпускания зажимов каждый погонный метр ОТС начинает подниматься относительно центра планеты вверх, т. е. увеличивать свой радиус и, соответственно, длину. Конструкция линейных объектов кольца (корпуса вакуумных каналов, линейные электродвигатели, ленточные роторы) позволяет им увеличивать свою длину на 1,57 % для каждых 100 км подъёма над поверхностью Земли. После выхода из плотных слоёв атмосферы ротор переводится в генераторный режим, а вырабатываемая электроэнергия используется для разгона второго ротора в противоположном направлении. В результате корпус с размещённой в нём (или на нём) полезной нагрузкой начинает не только подниматься (удлиняться) вверх, в космос, выбираясь из земной гравитационной ямы, но и вращаться вокруг планеты, пока не достигнет на заданной высоте первой космической скорости. Высота, которую достигнет и на которой стабилизируется кольцо ОТС, определяется избытком первоначальной кинетической энергии ротора и возможностями удлинения (растяжения) кольца.

Разгрузка ОТС производится в специальных модулях стационарной орбитальной инфраструктуры, находящейся в плоскости экватора на высоте в несколько сот километров. На этой орбите предлагается разместить всю тяжёлую индустрию Земли: заводы, фабрики, цеха, электростанции, химические предприятия, а также обслуживающие эту индустрию орбитальные поселения землян – учёных, инженеров, технологов, машиностроителей, космических строителей.

Посадка ОТС на Землю осуществляется в той же логике, что и взлёт, но в обратном порядке.

За один рейс (!) ОТС способно доставить на орбиту порядка 10 млн тонн всевозможных грузов[3] и 10 млн пассажиров[4]. За год этот гигантский самонесущий летательный аппарат, используя только свои внутренние силы, сможет выходить в космос до 100 раз.

Воплощение такого инженерного решения, как ОТС, снизит себестоимость геокосмических перевозок более чем в 1000 раз – до 1000 USD (и даже ниже) за тонну груза.

Экологически чистый самонесущий ГКТ, работающий исключительно на электрической энергии, позволит реально осуществить индустриализацию ближнего космоса и обеспечит вынос за пределы планеты всех вредных для земной биосферы промышленных производств, создав их вновь на околоземной орбите. Это сразу же откроет доступ к принципиально новым технологиям за счёт использования уникальных космических возможностей, недоступных на Земле. Потрясающие перспективы открываются и в области информационных и энергетических коммуникаций. Вынос промышленности за пределы планеты радикально улучшит общую среду обитания людей и живых существ – биосферу Земли, особенно в индустриальных регионах, без каких-либо ограничений роста производства.

[3] Современной космонавтике потребуется на такой же объём перевозок не менее 20 000 лет.

[4] Для доставки такого же количества людей на орбиту с помощью современных ракет-носителей потребуется более 100 000 лет.

Практически все инженерные решения, применяемые в проекте, широко известны, апробированы на практике и реализованы в настоящее время в промышленности. Проект многократно исследован и проверен расчётными методами. Он технически и экономически обоснован. Для его реализации достаточно возможностей и средств даже одной страны, например такой, как США, Китай или Россия.

В XXI в. у человечества есть всё необходимое для осуществления проекта:

1) финансы: нужно около 3 трлн USD (в течение 20 лет – примерно по 150 млрд USD ежегодно), т. е. 4–5 годовых военных бюджетов США;

2) металл (преимущественно сталь): требуется порядка 100 млн тонн (в течение 20 лет – примерно по 150 млн тонн металла ежегодно), т. е. столько стали, сколько выплавляется в мире за пару недель, или столько, сколько тратится за несколько месяцев только на производство автомобилей;

3) бетон: достаточно порядка 10 млн м^3 (в течение 20 лет – примерно по 500 000 м^3 бетона ежегодно), т. е. примерно столько, сколько ушло на строительство плотины Саяно-Шушенской ГЭС;

4) электрическая энергия: потребляемая мощность ОТС (для указанного объёма геокосмических перевозок) составит порядка 100 млн кВт, что соизмеримо с мощностью тяжёлой ракеты-носителя типа Space Shuttle, или менее 5 % суммарной мощности электростанций мира[5].

Срок реализации проекта – 20–25 лет с учётом социально-политических, научно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектно-изыскательских и строительно-монтажных работ.

Такая глобальная геокосмическая программа позволит объединить общими целями и задачами вокруг себя все развитые страны мира, а также привлечь их к финансированию этого сверхамбициозного проекта, призванного спасти человечество.

В первые же годы работы ОТС с Земли в космос могут быть доставлены около 100 млн тонн оборудования, конструкций и материалов, достаточных для создания на экваториальных орбитах на высоте 300–500 км [77]:

[5] ОТС создаёт стабильную во времени электрическую нагрузку, неизменную в часы пик и часы провалов, что является наилучшим вариантом для генерации и повышает экономичность мировой энергосистемы в целом. Для того чтобы повысить эффективность участков ОТС, подключённых к существующим генерирующим источникам, можно несколько снижать потребление в часы пик и выводить на максимум в часы провалов. Это увеличит время подъёма ОТС, но повысит экономичность процесса.

1) солнечной энергетики мощностью приблизительно 2 млрд кВт (такова сегодня мощность всех электростанций мира), так как с каждого 1 м^2 освещённой в космосе поверхности можно взять около 1 кВт мощности. Топлива для этих и последующих электростанций – водорода в нашем термоядерном светиле Солнце – достаточно минимум ещё на 5 млрд лет;

2) нескольких сотен космических поселений, предназначенных для длительного проживания и работы на орбите нескольких сотен тысяч человек;

3) базовой линейной платформы космического индустриального ожерелья протяжённостью более 42 000 км с размещёнными вдоль инфраструктурными коммуникациями – транспортными, энергетическими и информационными.

Вокруг космических струнных коммуникаций и инфраструктурных модулей, как вокруг катализаторов, со временем вырастут «кристаллы» орбитального индустриального кольца – лаборатории, цеха, заводы, фабрики, электростанции и другие промышленные сооружения. В жилых биосферных поселениях, построенных рядом, сможет жить и работать (причём в более комфортных условиях, чем на планете) обслуживающий космическую индустрию персонал – около 10 млн человек (примерно 0,1 % земного населения).

Таким образом, в течение XXI в. основная часть вредоносной земной индустрии может быть инженерными средствами вынесена за пределы планеты, точнее – вновь создана в ближнем космосе на круговых экваториальных орбитах в условиях космической технологической среды. Для реализации данного плана вполне достаточно 5 трлн USD инвестиций ежегодно – ничтожной части того, что планируется вложить в программу «спасения» мировой экономики, на самом деле являющуюся программой геноцида цивилизации.

Реализация проекта ОТС позволит в течение примерно 50 лет завершить перезагрузку техногенной цивилизации на космический вектор развития в новой инженерной логике: «Планета – для жизни. Космос – для индустрии».

При полномасштабном инженерном подходе, основанном на разуме, и при внедрении конкретных практических решений, представленных в предыдущих главах, отравленный и задыхающийся в давке людей и машин мир XXI в. может в короткий срок преобразиться.

На 1/15 суши (1/60 поверхности планеты) будет создана антропогенная биота, которая сможет кормить и обслуживать человечество, все 10 млрд человек к тому времени, а на остальной территории Земли (14/15 суши,

или 59/60 всей поверхности планеты) сохранится естественная биота. Это обеспечит природную биологическую регуляцию окружающей среды, существовавшую в доиндустриальную эпоху. Основная часть техносферы разместится в космосе; на Земле же в качестве отраслей останутся только земное сельское хозяйство и медицина, земной экологически чистый транспорт и экоинфраструктура, земное экологически чистое строительство и пешеходные линейные города, а также отдельные экологически безопасные структурные элементы общепланетарной энергетики, связи и машиностроения.

Вынесение индустрии в космос откроет доступ к неисчерпаемым минеральным ресурсам в Солнечной системе, в частности к тяжёлым металлам, запасы которых на Земле ограничены. Например, астероид Психея, расположенный в кольце астероидов Солнечной системы между Марсом и Юпитером, имеющий размер около 250 км и массу почти 10^{18} тонн (миллион триллионов тонн), по оценкам специалистов, на 90 % состоит из железа и никеля [90]. А запасы золота там оцениваются в сотни миллиардов тонн.

Космическое индустриальное ожерелье планеты станет плацдармом для защиты от космических угроз (в том числе метеоритной) и платформой для экспансии земной цивилизации в дальний космос, где можно создать различные биосферные банки доставленных с Земли образцов живых плодородных почв, микрофлоры и микрофауны, флоры и фауны. Следовательно, никакие рукотворные или природные катаклизмы и катастрофы на планете, способные убить земную биосферу, не смогут уничтожить тысячи замкнутых и автономных экосистем, расположенных на орбите в космических экодомах.

Земная, уже не техногенная, но инженерная цивилизация, наученная горьким опытом непростых отношений с окружающей природой на своей родной планете, в своём доме – в живой биосфере, будет делать осторожные шаги в космосе, чтобы также гармонично вписаться в окружающую космическую среду – в чужой (уже космический) дом, хотя и мёртвый в окрестностях Земли. Это даст возможность нашей инженерной цивилизации не только спастись, но и устойчиво развиваться неограниченно долго во времени и пространстве бесконечной Вселенной.

5. Инженерная эсхатология

5.1. Неизбежность инженерии

Все чувствовали приближающийся дождь. Порыв за порывом. Надвигание сумерек и нарастание потока. Точно так неукротимо затем встаёт Солнце.

Технократическая цивилизация исчерпала себя. Она находится в кризисе. У неё всего два пути – деградация или развитие. При этом возможный вектор того и другого – предопределён. Это техногенный процесс, выродившийся в технократию и обречённый либо погибнуть, либо трансформироваться в новый инженерный уклад. Критическое положение, достигнутое в первой четверти XXI в., двояко обусловлено. С одной стороны, как тупик, – принципиальное противоречие между техно- и биосферой. С другой – колоссальные инженерные возможности, позволяющие разрешить это противоречие.

Человечество давно задумывалось о разумном переустройстве. Герой романа Виктора Гюго «Девяносто третий год», брошенный в темницу древней башни, приговорённый к смерти на рассвете, спорит:

«– Вы желаете всеобщей воинской повинности. Против кого? Против других людей. Я же не желаю никакой военной службы: я желаю мира. Вы желаете, чтобы бедным помогало государство, а я желаю, чтобы вовсе не было бедных. Вы желаете пропорционального налога, а я не желаю никакого налога.

– Но как же ты обойдёшься без налогов?

– А вот как! Во-первых, уничтожьте всяческий паразитизм. Во-вторых, постарайтесь как следует воспользоваться вашим богатством. Вы бросаете удобрение в помойные ямы – вывозите его на поля. Три четверти французской почвы не возделываются – возделайте их. Пусть каждый человек имеет участок земли и всякий клочок земли имеет своего работника – и вы увеличите во сто раз производство страны. В настоящее время французский крестьянин ест мясо только четыре раза в год; при рациональной обработке земли Франция могла бы прокормить триста миллионов людей, т. е. всю Европу. Используйте природу, эту могучую союзницу, которой вы теперь пренебрегаете. Заставьте работать себе во благо ветер, воду, магнетические токи. Земной шар имеет целую подземную сеть, в которой вы найдёте и масло, и воду, и огонь; пробуравьте земную кору и заставьте выйти наружу эту воду для ваших фонтанов, это масло для ваших ламп, этот огонь для ваших очагов. Подумайте над движением морских волн, над приливами и отливами, над громадной силой морской пучины. Что такое океан? Гигантская неиспользуемая сила! Разве не глупо, что люди не пользуются океаном?» [91].

Размышляли и прежде о реализуемом в технике потенциале сферы разума – ноосферы. Основоположник ракетной космонавтики Константин Циолковский создал свою космическую философию. Она «основывается на принципах единства человека и Вселенной, а также проективного отношения человека к миру, предполагающего коренные преобразования Земли, космоса и самого человека с помощью разума. «Разум – величайшая сила в космосе», – не уставал повторять учёный» [92]. Космос – это единство разума и материи, находящееся в процессе самоорганизации и эволюции. Носителем разума является не только человечество. Во Вселенной обитает множество разумных существ, разумом наделена и сама Вселенная. Разум возникает в процессе самоорганизации, проходящем ряд этапов от физического вакуума, через возникновение кварков, глюонной плазмы, атомов, протоскоплений галактик, затем возникновения самих галактик, звёзд, планет, биосферы, антропосферы, социосферы и, собственно, сферы разума, в трудах Вернадского получившей название «ноосфера».

По утверждению Циолковского, именно последнее выступает вершиной самоорганизации и определяющим фактором дальнейшего развития Вселенной. Главнейшими акторами в этом процессе в масштабах Земли являются гении: «Гении совершали и совершают чудеса. Кому же это неизвестно!» [93]. Гении «нужны не только для распространения и усвоения уже открытых давно истин, хотя и не использованных людьми, но и для добывания новых. Нравственный и всяческий свет исходит от гениев» [93]. «Мысли гениев бессмертны так же, как и дела их, потому что и после смерти они продолжаются и дают бесконечный и беспредельный плод» [93].

Владимир Вернадский согласен с Константином Циолковским в том, что человек и человечество не могут быть поняты, если рассматривать их в оторванности от более глобальных процессов и явлений. Прежде всего, согласно Вернадскому, человек связан с «живым природным телом» и «живым веществом» окружающей среды – биосферы. При этом учёный под «живым веществом» понимал всю «совокупность живых организмов, в ней живущих» [94]. Живое вещество находится в постоянном интенсивном взаимодействии с неживой частью биосферы и космического пространства, с последним у них «идёт непрерывный материальный и энергетический обмен атомов, вызванный живым веществом... В этом биогенном токе атомов и в связанной с ним энергии проявляется резко планетное,

космическое значение живого вещества. Ибо биосфера является той единственной земной оболочкой, в которую проникают космическая энергия, космические излучения непрерывно, прежде всего лучеиспускание Солнца, поддерживающее динамическое равновесие, организованность: биосфера ↔ живое вещество» [94].

Преобразующая биосферу деятельность разума оказывается частью не только локальных, земных процессов, но и жизни Вселенной в целом. «Научной мыслью и государственно организованной, ею направляемой техникой, своей жизнью человек создаёт в биосфере новую биогенную силу, направляющую его размножение и создающую благоприятные условия для заселения им частей биосферы, куда раньше не проникала его жизнь и местами даже какая бы то ни было жизнь. Теоретически мы не видим предела его возможностям», – пишет Вернадский [94]. Человечество в масштабах планеты выполняет управляющую роль, а его выход в космос – естественный и неизбежный этап эволюции биосферы и Вселенной в целом. Однако произойти это может при определённых условиях, связываемых учёным со становлением ноосферы.

Два момента, следовательно, являются предпосылками замены антропосферы ноосферой: господство человека над внешней природой и господство в самом человеке сил разума над низшими инстинктами. «...Ход истории научной мысли выступает перед нами как природный процесс истории биосферы. Исторический процесс – проявление всемирной истории человечества – выявляется перед нами в одном, но основном своём следствии как природное, огромного геологического значения, явление» [94].

Для того чтобы ноосфера возникла, необходимо объединение человечества. Вернадский считал, что уже в его время, к середине XX в., для этого есть все предпосылки: «Впервые в истории человечества мы находимся в условиях единого исторического процесса, охватившего всю биосферу планеты» [94]. Вместе с тем Вернадский оказался одним из первых, кто почувствовал важность перехода в новое качество и осознал, что иначе человечество ждёт гибель: «Человек впервые реально понял, что он житель планеты и может, должен мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте отдельной личности, семьи или рода, государства или их союзов, но и в планетном аспекте» [95].

В XXI в., когда глобальные экологические, политические и прочие проблемы достигают пика своей значимости, эти идеи приобретают второе рождение, однако, каким именно образом возможен переход к ноосфере, у Вернадского сказано немного. По обобщениям исследователя его творчества Фиданы Яншиной, русский учёный сформулировал следующие 12 условий становления ноосферы в будущем [96]:

- заселение человеком всей планеты;
- резкое преобразование средств связи и обмена между разными странами;
- усиление связей, в том числе политических, между государствами Земли;
- преобладание геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере;
- расширение границ биосферы и выход в космос;
- открытие новых источников энергии;
- равенство людей всех рас и религий;
- увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики;
- свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений, а также создание в общественном и государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли;
- подъём благосостояния трудящихся. Формирование реальной возможности не допустить недоедания, голода, нищеты; ослабление влияния болезней;
- разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать её способной удовлетворять все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения;
- исключение войн из жизни человечества.

Как считал Вернадский, многие условия, необходимые для перехода к ноосфере, выполнены. Единство цивилизации, живого вещества, биосферы и космоса достигнуто через инженерию и технику. Пока это единство отрицательное. Оно носит разрушительный характер. Это единство войны. Единство сущностей, насмерть сцепившихся во мраке Вселенной. Но в этом мраке таится свет разума. Либо он восторжествует – и загорится звезда, либо тьма всё поглотит.

Позиции разума всё ещё сильны. В 1793 г., когда во Франции был введён революционный календарь и объявлено начало новой эры, значение и возможности инженерии только открывались. Человечество не имело и сотой доли той технологической мощи, которой оно вооружено в XXI в. Тем не менее люди мечтали. Люди мечтают и сегодня. В их руках есть всё, чтобы воплотить свою мечту. Как это сделать? Об этом мы рассуждали на протяжении всего нашего исследования. Наступило время подвести итоги.

1. Инженеры создали наш цивилизационный мир.

2. Инженерные изобретения, ставшие техникой в глобальном смысле, вступили в битву с природой. В результате цивилизация оказывается могущественной саранчой, пожирающей всё на своём пути, как плесень, захватывая и уничтожая до последнего квадратного миллиметра свой собственный дом.

3. Зло, принесённое инженерией, происходит от того, что сама она остаётся по ту сторону добра и зла. Инженерия не может быть нравственно нейтральной, не неся при этом смертельной угрозы для своего создателя.

4. Инженерия должна вобрать в себя пространство нравственности так же, как ещё в Средние века получили этическую размеренность медицина и юриспруденция.

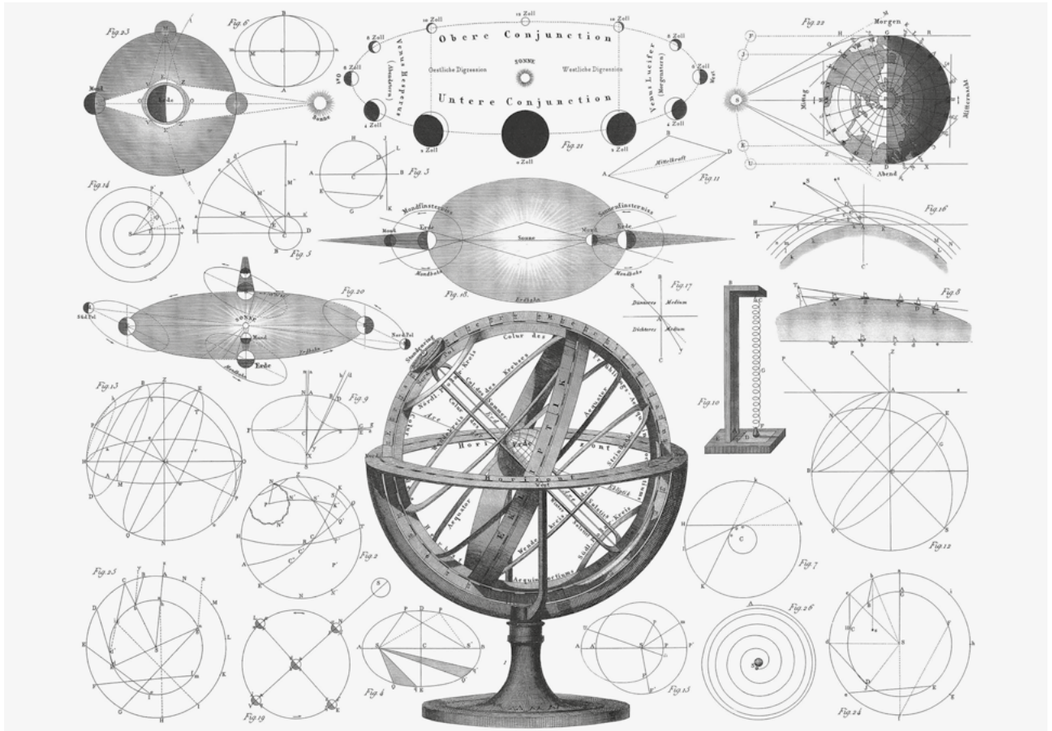
5. Инженерия как инструментарий решения задач при соблюдении требований максимальной эффективности в условиях ограниченности средств и при принятии жизни в качестве высшей цели должна стать целеполагающей структурой цивилизации для обеспечения её выживания.

6. Инженерия может и должна стать высшей ценностью при условии, что одновременно жизнь будет признаваться в качестве высшей цели.

7. Технократическая цивилизация, полностью исчерпавшись, будет низведена до первобытного состояния или трансформируется в инженерную цивилизацию.

8. Механизмы трансформации могут быть запущены через реализацию масштабных проектов, направленных на глобальные цивилизационные преобразования. Логика маленьких инженерных шагов априори несостоятельна потому, что не способна создать конкуренцию рыночным мегапроектам, запускаемым государствами и корпорациями с целью получения сиюминутной выгоды для узкого круга властных «элит».

9. В реализации значимых для ноосферного развития глобальных проектов не заинтересованы мировые капиталистические элиты. Для них это будет означать утрату контроля над ситуацией и дестабилизацию системы, в которой они окружили себя зоной максимального комфорта.



10. Реализация больших инженерных проектов, направленных на глобальные технологические трансформации и сохранение достойных условий развития жизни для людей, может осуществляться усилием самих людей. Технологические решения XXI в. позволяют в частном порядке запускать мегапроекты. Для этого не обязательно участие государства, но каждое государство заинтересовано включиться в такие проекты, чтобы сохранить себя в изменённом, усовершенствованном виде.

11. Инженерия не может и не должна управлять обществом. Она – посредник между природой и человеком, а потому в качестве высшей ценности призвана стать гармонизирующей треугольник ноосферы вершиной. Инженерия призвана служить человечеству. Это должен быть тот бог, который откликается на наши просьбы. Инженеры станут его жрецами.

12. Признанная, принятая в качестве высшей ценности и целеполагающей структуры, воплощённая в технике инженерия – главное разумное средство сохранения и возрастания человечества. Покоряя границы физического мира, инженерия открывает безграничность мира, а равно и возможностей, которые таит в себе бесконечная Вселенная.

Когда-то граница мира для человека прочерчивалась по линии на горизонте. Инженерный гений создал корабль. Колумб плыл открывать Америку, из всех средств навигации имея немногим больше, чем компас. На его кораблях даже не было штурвала, в то время ещё не получившего распространение, – управляли при помощи рычага. Страдали и умирали от цинги, не зная, что этого можно избежать, просто прихватив с собой на корабль немного квашеной капусты и лимонов. Магеллан месяцами плыл в Тихом океане, ничего не видя вокруг себя, кроме моря и неба. Он ожидал, что вот-вот должен добраться до берега. Об этом говорили все карты, которые оказались сделанными на основе расчётов, где длина экватора была меньше на несколько тысяч километров. Тем не менее они достигали своих целей и, вооружённые инженерией, двигали цивилизацию вперёд. Люди XXI в. имеют в распоряжении гораздо больше, чем первопроходцы. Их открытия могут и должны стать гораздо более масштабными.

5.2. Мир как инженерный проект

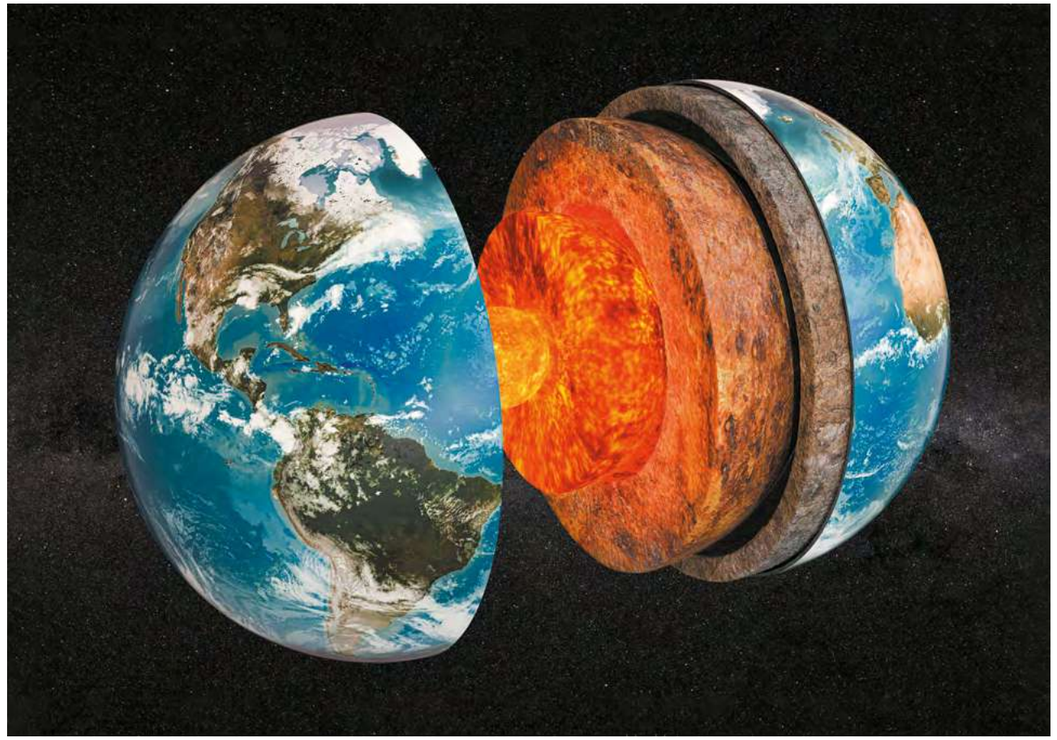
Тысячи лет, постоянно совершая и совершенствуя свои открытия, человек живёт на поверхности Земли, лишь догадываясь, что происходит над ним и под ним. Не исследован не то что центр нашей планеты, имеющий температуру около 6000 °C и давление 3,7 млн атмосфер, но даже Мировой океан на сегодняшний день изучен менее чем на 5 %. Всё потому, что 98 % площади дна океана лежат на глубине более 6 км. Строение Земли мы изучаем теоретически с помощью физики колебательно-волновых процессов по распространению возмущений во время землетрясений.

Глубоководные исследования океанологи проводят, используя различные аппараты (гигростат, батискаф, батисфера и др.), но лишь на относительно небольших глубинах. О более глубинных слоях опять же можно только догадываться или судить по косвенным признакам. То, что происходит по космическим меркам прямо рядом с нами, никому ещё не доводилось видеть своими глазами. Исследователи только обдумывают планы по бурению земной коры и проникновению через неё к мантии для сбора информации о Земле или погружению под толщи необъятных океанов.

Может быть, это хорошо, что пока человечество в его непросветлённом духовно-нравственном состоянии, ориентированном на эксплуатацию планеты и наживу, не имеет возможности проникнуть в эти глубинные сферы настолько же, насколько мало мы можем проникнуть в пространство космоса. Добыча нефти на шельфах угрожает экосистеме океана. В XX в. мировые воды сотрясали десятки крупных катастроф, таких как взрывы на нефтяных платформах, крушение танкеров, столкновение судов и разливы нефти (объёмы исчисляются десятками миллионов баррелей) во время региональных конфликтов. В 1991 г. в период войны в Персидском заливе в результате разлива нефти погибли более 30 000 птиц. Нефтяные скважины горели месяцами, и над целым регионом, включающим территории Турции, ОАЭ и Кувейта, шли чёрные дожди; сотни нефтяных озёр высыхали десятки лет.

В 2010 г. катастрофа с разливом нефти в Мексиканском заливе погубила десятки тысяч птиц, морских млекопитающих и рыб, привела к массовой гибели растений, а также к эрозии почвы. Последствия этих чудовищных надругательств над планетой требуют многолетней основательной работы по очищению акваторий и воссозданию условий, приближенных к тем, которые были раньше. И это при том, что в ближайшие десятки лет невозможно полностью искоренить последствия аварий даже при условии, что новых таких катастроф не случится на протяжении всего времени восстановления.

Что же касается причин катастроф, то они всё те же: не провели исследования Земли прежде, чем бурить; торопились разработать месторождение; неправильно



эксплуатировали оборудование и не применили необходимые меры безопасности; пытались навредить противнику во время конфликта; др. Перечисленное – результат того, что инженерия остаётся лишь инструментом в руках капитала и вынуждена плясать под его, ведущие на убой, армейские барабаны.

Человечество не пугают собственные ошибки, хотя оно видит и чувствует на себе страшные последствия своих деяний. В качестве официальных причин катастрофы в Мексиканском заливе назвали ошибку менеджмента при освоении месторождения. Сколько бы ни было аварий, парадигма менеджмента в его стремлении заработать любой ценой не меняется. И за теми единицами виноватых, которые, может быть, и понесут наказание за безжалостное уничтожение жизни на Земле, уже стоят тысячи таких же циничных «менеджеров», готовых испытывать мир на прочность, удовлетворяя своё корыстолюбие.

Мы знаем, хотя и не видели само ядро Земли, что оно создаёт магнитное поле, без которого солнечный ветер достигнет поверхности планеты и уничтожит всё живое. Мы знаем, что биогенные вещества глубинных слоёв океана, т. е. фосфаты, нитраты, – это удобрения, которые при вынесении их течением в верхние слои создают необходимые условия для жизни. А сама продуктивность фитопланктона сопоставима с продуктивностью растений суши. Мы осведомлены о том, что озоновый экран защищает нас от солнечной радиации, а также о том, что жизнь под действием прямого ультрафиолетового излучения была бы для нас невозможна. И гравитация, и атмосфера, в которой сгорают небесные тела, защищают нас, создавая противодействие мощным внешним силам, способным уничтожить всё живое на нашей родной планете.

Условия для возникновения и существования жизни как будто филигранно сконструированы кем-то во Вселенной и на Земле. Например, газовый баланс атмосферы помимо других параметров имеет постоянное соотношение кислорода (21 %) и небольшого количества (менее 1 %) основных парниковых газов – паров воды и двуокиси углерода. Если сдвинуть баланс в сторону увеличения содержания этих газов, то повысится парниковый эффект,

последуют изменения климата, поднимется уровень океана и ускорится глобальное потепление. Если баланс качнётся в сторону увеличения содержания кислорода, то окислительные процессы на планете пойдут гораздо интенсивнее, лесных пожаров станет ещё больше, что существенно изменит круговорот всех органических и неорганических веществ.

Мир устроен поразительно целесообразно, и взаимосвязей между веществами и процессами бессчётное множество. На самом деле, чем глубже продвигается научное познание, тем проще становится поверить в Бога – настолько великолепна Вселенная. Силы и энергии сбалансированы и выстроены по отношению друг к другу с выверенной точностью. Кто-то мог бы возразить, что текущее состояние мира – результат длительного становления планеты, которая за миллиарды лет подвергалась серьёзным испытаниям и катаклизмам. Так оно и есть, но от этого зародившаяся жизнь ещё чудеснее и ценнее, ведь подобных условий для её появления на планете могло и не возникнуть вовсе. Более того, исследованный людьми космос не пригоден без специального технологического оснащения для существования человеческой, пусть и техногенной, цивилизации. И уж точно известные нам небесные тела не пригодны для возникновения жизни самой по себе.

Человек как соразмерное читателю живое существо и как единый организм, состоящий из триллионов клеток, тысяч органов и биомеханизмов (только при нашей улыбке работают до 53 лицевых мышц), устроен значительно сложнее, чем вся наблюдаемая Вселенная, вся её неживая часть с миллиардами триллионов звёзд. Даже крохотная составляющая живых клеток – каждая молекула ДНК, содержащая сложнейшим образом пространственно структурированные миллиарды атомов десятков химических элементов, с инженерной точки зрения невероятно более сложная конструкция, чем, например, вся совокупная неживая земная индустрия, созданная миллиардами людей в течение тысячелетий.

Если ДНК сравнить с самолётом, то она сложнее его примерно в миллион раз. Однако без биоинженерных коммуникаций (нервная, сердечно-сосудистая, дыхательная,

пищеварительная, выделительная, репродуктивная, эндокринная, иммунная и покровная системы с миллионами сложнейших «датчиков» – рецепторов) с информационными каналами от органов чувств (зрение, слух, обоняние, осязание и др.) разве собрались бы макромолекулы ДНК в клетку, клетки – в органы, а органы – в организм человека? Если бы и собрались, то смог бы такой организм существовать как некий случайный набор «деталей» и «кирпичиков», как нечто целое и устойчивое без перечисленных транспортно-коммуникационных биоинженерных систем, в том числе без 100 000 км сосудов и 200 000 км нервных волокон в теле человека?

Те, кто полагает, что жизнь могла зародиться случайным образом и, возможно, существует или существовала в тех или иных формах ещё где-то, всё равно должны отдавать себе отчёт, насколько редкой и ничтожной должна быть такая вероятность. Она невообразимо низка – для случайного возникновения жизни необходимо в триллионы раз больше времени, чем возраст нашей Вселенной.

Так кто (или что?), почему (случайным образом или по разумному замыслу?), каким образом (бессистемно или по плану?) и зачем (ради мёртвого вещества или ради разумной жизни?) создал наш мир и так тонко его настроил? Если бы фундаментальные константы и начальные условия, входящие в законы физики (масса протона, нейтрона и электрона, постоянная Планка и сила гравитации, слабое взаимодействие и космологическая постоянная, изменение плотности энергии и трёхмерность пространства и др.), отличались от существующих значений хотя бы на одну тысячную, то в нашей Вселенной не было бы ни атомов, ни молекул, ни звёзд, ни планет, ни высокоорганизованной материи, ни разумной жизни.

Научный скептицизм утверждает, что если вечность умножить на десятки миллиардов триллионов звёзд Вселенной, то мы где-нибудь да и получим жизнь. Но то, что является случайностью, можно считать и необходимостью, и закономерностью. Действительно, и внутренняя целесообразность Живой Природы, которую Аристотель называл «сам собою действующий разум» [97], и наличие в человеке сознания с его различением нравственных форм и того, что Кант определял как «категорический императив» [98], подводят нас к идее разумной первопричины. Как бы то ни было, мир устроен целесообразно и разумно – настолько, насколько доступно человеку постигнуть целесообразность в меру его разумности. Земная человеческая цивилизация, получая в своё распоряжение более эффективные способы добычи ресурсов и управления энергией, занимается расшатыванием природных мировых систем. Запас прочности планеты Земля по-настоящему велик, но он не бесконечен.

За тысячи лет люди ещё плохо изучили мир, в котором живут, ещё слабо понимают законы, действующие в нём, но упорно уничтожают всё вокруг и не обращают внимания на последствия. И если бы мир был сконструирован одним из тех «успешных менеджеров», которых запас прочности изделия беспокоит ровно настолько, насколько это изделие можно эффективнее продавать наибольшее количество раз, то людей уже давно не существовало бы.

Отчасти это ощущение своей обособленности от смыслов более высокого порядка и представление о земной жизни, в которой надо успеть урвать как можно больше, и формируют сознание успешного амбициозного человека XXI в. К счастью, запас прочности созданного мира даёт нам время одуматься и разобраться с этим глубинно неверным подходом. Процесс уже запущен, и сама собой эта проблема не решится, поскольку те, кто раскачивает лодку, будут с упорством дебилов заниматься своим безумным делом до тех пор, пока все мы, вместе с лодкой, не утонем.

5.3. Бог как инженер

Мы не знаем временных начал и пространственных границ мира. Не знаем и того, что ждёт нас в конце времён, как и того, будет ли вообще человеческая история когда-нибудь завершена. Судьба жизни как таковой на нашей планете лишь отчасти зависит от нас и однажды может продолжиться и без нашего участия. Таким образом, мы влияем только на возможность собственного выживания на этом витке развития мира. В чём же тогда заключается свобода нашего выбора, если не в том, чтобы быть разумными существами в разумной же природе? Причём для природы разумность заключается в сохранении жизни любыми путями и в любых условиях. Природа не знает мучительных противоречий и раздвоения. Она наделена неустанной волей к преодолению и действует, в том числе в каждом живом организме, по своим законам сама собою, как стихия. Можно сказать, что жизнь всегда занята воспроизведением самой себя – такова её природа, и в этом её смысл.

Только человек осознаёт мир отдельных и отчуждённых объектов, ощущает свою смертность в нём, так или иначе рефлексирует над тем, что с ним происходит. Отсюда проистекают попытки, пусть даже и не всегда осознанные, определить своё значение и соотнестись с миром и другими людьми. Восполнить содержание жизни через деятельность

и творческий акт или раствориться в принципиальном безмыслии и наслаждении, возвыситься в материальном мире или умалиться в духовном, вызревать в безбожии или скорбеть в богооставленности. Мышление в этом смысле противоположно жизненности как природной силе, поскольку если из человека вычесть мышление (разум), то останется только живое существо, т. е. животное. Вот почему в этом конфликте массовая культура XXI в. работает на то, чтобы сознание низвелось к жизненности, а мышление сводилось к тупости. Тогда «животная разумность» без ограничений позволит нам брать и делать то, что мы хотим по праву сильного, искать только собственное удовлетворение и открыто уничтожать друг друга. Многие люди живут именно так... Многие будут жить именно так, несмотря ни на что. Но если большинство станет, как многие, – погибнут все.

Наше выживание должно состояться только при условии, что мы не потеряем своего человеческого облика, а за жизнь в состоянии дикости можно не бояться – она сама пробьёт себе дорогу, как это уже случалось ранее, в течение миллиардов лет эволюции на нашей планете. Важно сохраниться именно с теми высокими достижениями в областях знаний, которые мы приобрели за все эти века, важно сохранить способность мыслить и действовать разумно.

Человеческая разумность мыслится как состояние, в котором мышление преодолевает разобщённость с миром и индивидуальное как главенствующий принцип. Эта разумность включает в себя весь исторический опыт, духовность и творческое начало. То, что разумно, не может быть безнравственно, и в этом смысле никакая категория сама по себе в отрыве от всеобщего не может претендовать на абсолютность. Рациональность как таковая неразумна, если она безнравственна и не служит цели сохранения жизни и утверждения за ней статуса наивысшей ценности. Неразумна рациональность концлагерей, изничтожающих обречённых пленников эффективно и планомерно, при этом используя их кровь для переливаний своим раненым солдатам, волосы – для шинелей, пепел – для удобрений и др. Рациональны, но неразумны идеи регуляции народонаселения Мальтуса; также односторонни и неразумны объяснения исторического развития общества исключительно на основе производственных взаимоотношений в экономической теории Маркса. Неразумны и нерациональны, но пытаются казаться таковыми предложенные Швабом идеи инклюзивного капитализма, всеобщего цифрового контроля и упразднения национальных государств.

По-настоящему глобальная задача заключается в том, чтобы полностью поменять парадигму и утвердить новые ценностные ориентиры. Цивилизация может встроиться в разумную Живую Природу и не уничтожать её как ресурс, а дать ей развиваться на благо человечества. Со временем она сама поможет людям ликвидировать последствия их же неразумных действий. Включиться в данный процесс мы можем только с помощью инженерии. Именно в этом будет заключаться разумность человеческая, которая синергийно посредством технических достижений взаимосвязана с разумностью природной. Человек в таком случае благодаря своему сознанию получит возможность возвыситься над непросветлённой стихией дикой природы, в которой жизнь поглощает жизнь. Если инженерия как инструмент и метод будет поставлена на службу разуму, а разум окажется ведомым и будет руководствоваться исключительно нравственным целеполаганием и моральными ориентирами, то и инженерия становится разумной и, следовательно, нравственной силой в распоряжении человека.

Мышление как таковое делает нас людьми, но для того, чтобы быть разумным, человеку необходимы духовные и нравственные цели, которые не позволят нашему мышлению работать на самоуничтожение или использование друг друга. Мышление, если только оно способно сохраниться во Вселенной как явление, не должно противоречить природной жизненности. Мышление должно быть направлено на созидание и защиту жизни, инженерное творчество и решение задач человечества, которые будут поставлены перед ним. Такое благое мышление отрицает тёмную иррациональную сторону человеческой души и фантазмы, которые она порождает. Для разумного мышления имеются объективная истина, всеобщее спасение и преображение мира. Существуют перспектива развития и надежда на лучшее будущее в согласии с природой. В мире, где руководствуются такими принципами, личная выгода никогда не окажется превыше всеобщего блага или жизни другого, а достижения будут оправданы с нравственной точки зрения и поставлены на службу человеку.

В XXI в. люди возлагают надежду на мышление, которое преодолеет конфликт с витальностью, имея в виду духовные ориентиры. Люди могут уповать только на разумность, которая будет руководствоваться нравственными правилами, и в конечном счёте на инженерию, которая должна спасти от исчезновения или возвращения к первобытному варварству. Потому, что мир создали инженеры. Только инженеры могут поддержать и сохранить этот мир.

P. S.

Так зачем же нам спасать мир и в чём смысл жизни человечества? Спасать мир есть наша задача не только потому, что он целесообразен, прекрасен и построен по антропному принципу, но и потому, что познание самого себя, сути бытия и определение смысла жизни – это тот мыслимый предел, который положен перед человеком как перед существом не столько материальным, сколько духовным.

Спасать мир следует для того, чтобы у нас и наших потомков хотя бы была возможность задаться этими вопросами и ответить на них исходя из своих представлений и знаний о Мире. Индивидуальный смысл жизни каждого человека никогда не будет познан, если у всех нас не будет шансов выжить и спастись от безумия. Спасение в свою очередь не может быть исключительно индивидуальным. Напротив, оно предполагает всеобщее спасение и восстановление мира.

Если говорить о смысле жизни всего человечества, то оно немыслимо без духовного возрастания. Результатом разумной деятельности человека должно быть преобразование биосферы в ноосферу, что, согласно Вернадскому, происходит под действием особой энергии: «Эта новая форма биогеохимической энергии, которую можно назвать энергией человеческой культуры или культурной биогеохимической энергией, является той формой биогеохимической энергии, которая создаёт в настоящее время ноосферу» [94]. Культура, которую мы создаём, призвана преобразовывать мир. В этом заключается смысл человечества. Мы обустраиваем мир, как садовник свой сад. Возделывание сада, деятельная работа в нём или созерцание его красоты есть форма познания бытия и самих себя, выводящая нас к новым горизонтам смыслов. И если мы действительно разумны, то мы избраны для того, чтобы отвечать за всё живое на нашей планете.

МОЛИТВЫ ИНЖЕНЕРА МИРА

Инженер – это часть общества, он ещё и часть Вселенной, несравненно большей, чем он сам, чем всё Человечество и сама Жизнь. Жизнь – это всего лишь ничтожно малая живая часть материальной Вселенной, может, одна триллионная, а то и меньше, даже если бы все планеты Вселенной были заселены живыми существами. Поэтому принятие инженерии в качестве высшей ценности цивилизации должно влечь за собой некое самоопределение инженера и самой инженерии в масштабах Абсолюта. Каким-то образом инженер, как творец, должен соотносить себя с Творцом всего сущего, что бы мы под этим ни понимали – объективные законы Мироздания или субъективную волю Божества, всё создавшего и всем Управляющего. Традиционно такая форма соотнесения человека и Абсолюта – молитва.

Слово «молитва» в английском варианте (*pray*) произошло от протоиндоевропейского корня, означающего «просить». В русском варианте, несмотря на различие в звучании, суть та же. Понятие восходит к старославянскому «моли́ти», от праславянского *molditi* и означает «просить что-либо» (у Бога, Богов, Богинь). Кроме того, можно уловить созвучие со словами «малый», «умалять», т. е. оценивать нечто как меньшее по отношению к чему-то более значимому и более важному. Таким образом, в молитве люди в разные времена, на разных языках, в разных странах и на разных континентах по-разному признают свою малость по отношению к контролирующим Мир силам и просят эти силы снизойти до них, выполнить их просьбы.

По определению «Краткого религиозно-философского словаря», молитва – это «важная часть духовной жизни верующего человека, его связь с Богом, индивидуально-личная или же в сообществе других верующих, нередко излияние души, предстающей перед Богом с открытым сердцем, в благоговении, доверии, надежде и любви… Молитва – не уход от мира, не витание в высших сферах, а желание лучше войти в жизненные дела и проблемы под знаком Его воли и Его замысла. Молитва – средство примирения с Богом, источник богопознания, познания путей Божиих в мире и достижения внутреннего мира» [99]. Из этого можно заключить, что молитва – это ещё и внутренняя мотивация к творчеству, так как человек никогда не видел себя исключительно пассивным участником событий, но даже в логике героического фатализма древние греки, невзирая на давление рока и предопределённости судьбы, смотрели на себя как на свободных людей. Минимум, в способе принятия судьбы – с унынием или благодарностью, трусливо или с достоинством и смелостью. Всё это очень важно в инженерной деятельности, коль скоро она реально меняет окружающий мир. Важно, чтобы замысел человека не вступал в противоречие с замыслом Бога или Природы, с оглядкой на то, атеист ли инженер или верующий. Никакой человек не творит в духовном вакууме. Более того, творчество – это всегда есть стремление к единству с Абсолютом, как бы таковой ни трактовался.

Однако, если инженер может быть атеистом, нужна ли ему молитва? Мой ответ – да. Она не просто нужна, но и необходима сразу в двух отношениях. Во-первых, с точки зрения медитативной концентрации на собственном призвании и месте в Мире. Во-вторых, с точки зрения осознания и опознавания себя как лишь малой частицы Мироздания, участвующей делами в событиях вселенского размаха и, хотя и будучи всего лишь песчинкой, имеющей свою цену и вес, определённые ещё Блезом Паскалем: «Человек – всего лишь тростник, слабейшее из творений природы, но он – тростник мыслящий. Чтобы его уничтожить, вовсе не нужно, чтобы на него ополчилась вся Вселенная: довольно дуновения ветра, капли воды. Но пусть бы даже его уничтожила Вселенная, человек всё равно возвышеннее своей погубительницы, ибо сознаёт, что расстаётся с жизнью и что он слабее Вселенной, а она ничего не сознаёт» [100].

Во что же должен верить инженер, если он не обязан верить в Бога? Кому тогда он должен молиться, чтобы сохранять свою приверженность цели и осознание собственного места «мыслящего тростника»? И вообще, должна ли быть Вера, как принятие без доказательств, элементом молитвы инженера? Нет. Инженеру может хватать и простого восхищения той Силой, не побоявшейся создать Мир, в котором мы живём и созидаем, – Время, Пространство и Материю, а затем жизнь и Человека. Инженеру достаточно восторга перед Творцом Времени, Пространства, Материи и производного от них – Человека. Создающий гайку, колесо, автомобиль или самолёт земной инженер может ограничиваться преклонением перед создателем Первопричин, в горизонте которых протекает его собственная жизнь, а также творчество. И такое преклонение необходимо. Кроме того, нужно позволить самому себе действовать, быть и уподобляться в действиях тому гораздо более великому Инженеру, который и сотворил всё – весь наш Мир.

В своей молитве инженер может обращаться к Богу, в которого верит. Если же инженер не верит в Бога, свою молитву он может обращать к себе самому. Таким путём он избавляется от страха создать что-то великое – то, что не всегда воспринимается другими людьми, но что затем служит этим людям.

Инженер должен разрешить себе стать выше «просто человека», точно так, как это делает любой художник и вообще любой настоящий профессионал. Однако в этом не будет никакого тщеславия и гордыни, если только собственная роль понята инженером правильно. Врач повелевает пациентом, но именно этим он и служит ему. Художник, рисуя портрет, заставляет королей занимать нужную ему позу, но этим он служит королям. Точно так и инженер. Он должен разрешить себе отстраниться от себя же, как «просто человека», чтобы послужить Человечеству.

В определении молитвы говорится о связи с Богом. Но не говорится с каким. Не указан конкретный бог. Мой Бог – тот, кто сотворил этот триединый Мир – Время, Пространство и Материю – с филигранной инженерной точностью и безупречной продуманностью. Создал законы (в том числе гравитацию), которые и управляют этим Миром, но не сам Бог, наш мир сотворивший. Даже богам невозможно управлять этим невообразимо сложным Миром, где только элементарных частиц примерно 100^{100}, которые ежесекундно могут дать разнообразнейшие варианты сочетания друг с другом в ещё большем в 100^{100} количестве, в том числе материализовавшись в конкретном Человеке, состоящем из примерно 30 трлн клеток и 100 трлн полезных микроорганизмов, его населяющих. А ведь каждый из этих простейших живых существ сложнее в миллионы раз любого завода, самолёта или космического корабля. Посмотрите вокруг себя на эту невообразимую сложность Бытия и на небо, где только галактик – триллионы. С этих позиций я верующий, хотя и пониманию (это моё личное восприятие), что такое сложнейшее инженерное Предприятие, как Мир (инженерия – это не только материальность, но и духовность, нравственность и социальность, проистекающие из материальных их носителей, в том числе и Человека), не может иметь своего единого Начальника – директора или управляющего, которого и можно было бы назвать Богом. Я убеждён, что такая моя вера никого не оскорбит, как и не считаю, что верующий в Аллаха этим оскорбляет тех, кто верует в Христа или Будду.

У меня есть свои молитвы, главное назначение которых – постоянное осознание собственной малости, даже мизерности, в огромной Вселенной и вместе с тем поддержание решительности быть и творить согласно своему предназначению, возможно, данному Свыше. Господь дарует самое сложное, трудное и неподъёмное для земной реализации лишь сильным духом. Вот мои молитвы.

I

Да будет так, как я мыслю, с соблюдением воли Твоей, Господи.

II

Своими мыслями, словами, намерениями, действиями и поступками я создаю Реальность, в которой мне, моим родным и близким и всем-всем-всем на планете Земля жить, работать и учиться легко, комфортно и безопасно сегодня, завтра, послезавтра и послепослепослезавтра.

III

Я благодарю Тебя, Господи, за всё.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что создал Время, Пространство, Материю – Энергию, Квантовые Поля, Элементарные Частицы, Атомы, Молекулы, а также Законы существования и развития этого гармоничного Мира, в частности Гравитацию, – то, что мы, люди, называем сегодня законами физики.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что Гравитация собрала Материю в Звёзды и зажгла их, собрала Звёзды в Галактики, а Галактики – во Вселенную как высшее проявление инженерии Творца.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что Гравитация собрала космические газы, звёздную пыль и камни в Солнечную систему и зажгла Солнце, создала планеты и Землю, без чего Жизнь и живые существа во всём их биоразнообразии были бы невозможны.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что создал Человека, дал ему Разум и направил его развитие по технологическому пути.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что технологический путь развития создал человеческие социумы, народы, государства, Человечество и земную Цивилизацию.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что тысячи поколений земных инженеров по образу и подобию Твоего Творения и в рамках Твоих Законов создали современную инженерную Цивилизацию, пройдя путь от каменных орудий труда, первого костра и колеса до автомобиля, компьютера и космического корабля.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что наша земная инженерная Цивилизация родила меня, Юницкого Анатолия Эдуардовича, и дала мне миссию – стать Инженером Мира, почитающим созданные Тобой Законы.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что я есть. За то, что могу мыслить, чувствовать, любить, созидать, творить, изобретать. За то, что могу дышать, видеть, слышать, осязать, обонять, вкушать. За то, что здоров и счастлив. За то, что стал Инженером Мира.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что у меня есть свой Дом – Биосфера Космического Дома по имени Планета Земля, в котором я вместе с моими ближайшими родственниками – миллиардами видов живых организмов – гармонично живу.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что у меня есть любимые Семья, Жена и Дети, любимые Родственники, Друзья и Близкие, любимые Коллеги, Сторонники, Единомышленники и Инвесторы, любимые Род, Народ и земная инженерная Цивилизация.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что смог создать инженерные школы Юницкого: научную, проектную, конструкторскую и производственную.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что у меня есть Инструмент реализации биосферных технологий, способных спасти земную инженерную Цивилизацию, – группа компаний Юницкого.

Я благодарю Тебя, Господи, за то, что даровал мне Миссию – спасти земную инженерную Цивилизацию от деградации, угасания и гибели на ограниченной в размерах и ресурсах планете Земля, благодаря обоснованию и разработке Космического вектора цивилизационного развития в неограниченной во Времени, Пространстве и Ресурсах Вселенной.

IV

Я разрешаю себе любить и быть любимым.

Я разрешаю себе быть абсолютно здоровым.

Я разрешаю себе быть абсолютно счастливым.

Я разрешаю себе испытывать абсолютную радость.

Я разрешаю себе быть долгожителем.

Я разрешаю себе быть мудрецом.

Я разрешаю себе быть победителем во всех моих сражениях, битвах и войнах.

Я разрешаю себе быть спасителем земной Биосферы от гнёта Техносферы.

Я разрешаю себе быть выдающимся созидателем.

Я разрешаю себе быть величайшим создателем.

Я разрешаю себе быть гениальным творцом.

Я разрешаю себе быть самым эффективным инженером.

Я разрешаю себе быть самым результативным инженером.

Я разрешаю себе быть самым изобильным инженером.

Я разрешаю себе быть самым успешным инженером.

Я разрешаю себе быть самым гениальным инженером.

Я разрешаю себе быть гением.

Созданную Богом Вселенную мы, люди, не способны понять и осознать ни сейчас, ни в будущем, так как ничтожно малые части не способны понять целое – сложенный из них всеобъемлющий Мир. Отдельные живые клетки не способны понять и осознать сложенный из них живой организм, в то время как организм, при наличии разума, способен понять клетки, его составляющие. Поэтому я разрешаю себе быть локальным мессией, пришедшим для спасения именно земной инженерной Цивилизации от деградации, угасания и гибели на ограниченной в размерах и ресурсах планете Земля, лучше которой, краше которой и роднее которой для нас, землян, нет и не будет нигде и никогда в нашей необъятной Вселенной.

Инженер Мира
Анатолий Юницкий
г. Минск, г. Марьина Горка,
апрель – июнь 2023 г.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Исторические предпосылки программы SpaceWay как единственного пути устойчивого развития цивилизации технократического типа / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 23–29.*
2. *Биологический энциклопедический словарь: Человек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gufo.me/dict/biology/человек. – Дата доступа: 12.05.2020.*
3. *Протолюди изобрели копья на 200 тысяч лет раньше, чем считалось ранее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ria.ru/20121115/910928482.html. – Дата доступа: 05.06.2023.*
4. *Из-за чего одна война в Европе шла 300 лет, или Почему некоторые конфликты продолжались веками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kulturologia.ru/blogs/201221/52012/. – Дата доступа: 05.06.2023.*
5. *Дудаков, Д.С. Историческая ретроспектива роли транспортных сетей в развитии городов / Д.С. Дудаков // Architecture and Modern Information Technologies. – 2018. – № 3 (44). – С. 225–243.*
6. *Хусаинов, Ф.И. Эволюция железнодорожной отрасли в США: уроки для России [Электронный ресурс] / Ф.И. Хусаинов // Капитализм и свобода: материалы IV междунар. конф., Санкт-Петербург, 11 апр. 2015 г. – Режим доступа: https://www.hse.ru/data/2015/08/17/1088189079/rail_usa11042015.pdf. – Дата доступа: 03.06.2020.*
7. *Список стран по длине сети автомобильных дорог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_длине_сети_автомобильных_дорог. – Дата доступа: 20.06.2020.*
8. *De Vries, A. Bitcoin's Growing Energy Problem / A. de Vries // Joule. – 2018. – Vol. 2, No. 5. – P. 801–805.*
9. *Falcon 9 стартовала на орбиту с новой партией из 60 интернет-спутников Starlink [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.interfax.ru/world/683798. – Дата доступа: 07.07.2020.*
10. *Bolt, J. GDP per Capita Since 1820 [Electronic resource] / J. Bolt, M. Timmer, J.L. van Zanden. – Mode of access: https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/306235/3014041ec007.pdf?sequence=1&isAllowed=y. – Date of access: 07.07.2020.*
11. *Cilluffo, A. World's Population Is Projected to Nearly Stop Growing by the End of the Century [Electronic resource] / A. Cilluffo, N.G. Ruiz. – Mode of access: https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/06/17/worlds-population-is-projected-to-nearly-stop-growing-by-the-end-of-the-century/. – Date of access: 07.07.2020.*
12. *Откуда появился водород во Вселенной [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34wTXQ. – Дата доступа: 06.06.2023.*
13. *Солнце полностью погаснет через 5 миллиардов лет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mirkosmosa.ru/p/pub-3090-solnce-polnostyu-pogasnet-cherez-5-milliardov-let. – Дата доступа: 06.06.2023.*
14. *Мальтус, Т.Р. Опыт о законе народонаселения [Электронный ресурс] / Т.Р. Мальтус. – Режим доступа: clck.ru/34iPqx. – Дата доступа: 07.06.2023.*
15. *Голод в Ирландии (1845–1849) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34wTZF. – Дата доступа: 07.06.2023.*
16. *Гитлер, А. Моя борьба [Электронный ресурс] / А. Гитлер. – Режим доступа: https://onemorelibrary.com/index.php/ru/?option=com_djclassifieds&format=raw&view=download&task=download&fid=16899. – Дата доступа: 07.06.2023.*
17. *Зелёная революция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://alphapedia.ru/w/Green_Revolution. – Дата доступа: 07.06.2023.*
18. *The Limits to Growth / D.H. Meadows [et al.]. – New York: Universe Books, 1972. – 205 p.*
19. *Геноцид на плодородной почве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/2624240. – Дата доступа: 08.06.2023.*
20. *Даймонд, Дж. Коллапс. Почему одни общества приходят к процветанию, а другие – к гибели [Электронный ресурс] / Дж. Даймонд. – Режим доступа: https://iknigi.net/avtor-dzhared-daymond/116900-kollaps-pochemu-odni-obschestva-prihodyat-k-procvetaniyu-a-drugie-k-gibeli-dzhared-daymond.html. – Дата доступа: 08.06.2023.*
21. *Глобальный контроль над рождаемостью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pub.wikireading.ru/114263. – Дата доступа: 08.06.2023.*
22. *Department of Economic and Social Affairs: Population Division [Electronic resource]. – Mode of access: https://population.un.org/wpp/. – Date of access: 08.06.2023.*

23. *Fertility, Mortality, Migration, and Population Scenarios for 195 Countries and Territories from 2017 to 2100: A Forecasting Analysis for the Global Burden of Disease Study [Electronic resource] / S.E. Vollset [et al.] // The Lancet. – Vol. 396, iss. 10258. – Mode of access: https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30677-2/fulltext#%20. – Date of access: 08.06.2023.*
24. *Peron, J. Exploding Population Myths [Electronic resource] / J. Peron. – Mode of access: https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/ExplodingPopulationMyths.pdf. – Date of access: 09.06.2023.*
25. *Heather Alberro – Why We Should Be Wary of Blaming "Overpopulation" for the Climate Crisis [Electronic resource]. – Mode of access: https://braveneweurope.com/heather-alberro-why-we-should-be-wary-of-blaming-overpopulation-for-the-climate-crisis. – Date of access: 09.06.2023.*
26. *Сокращение численности населения Земли – цель глобальной демографической политики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://historiosophy.ru/sokrashhenie-chislennosti-naseleniya-zemli-cel-globalnoj-demograficheskoj-politiki/?ysclid=ljcv08kj8j866946598. – Дата доступа: 09.06.2023.*
27. *Schwab, K. COVID-19: The Great Reset [Electronic resource] / K. Schwab, T. Malleret. – Mode of access: http://reparti.free.fr/schwab2020.pdf. – Date of access: 20.04.2021.*
28. *Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution [Electronic resource] / K. Schwab. – Mode of access: https://law.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf. – Date of access: 09.06.2023.*
29. *Klaus Schwab and Prince Charles on Why We Need a Great Reset – Listen to the Podcast [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.weforum.org/agenda/2020/06/the-great-reset-this-weeks-world-vs-virus-podcast/. – Date of access: 14.06.2021.*
30. *Переслегин, С. Запрет обсуждать вакцинацию [Электронный ресурс] / С. Переслегин. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=WFl_PzSLadw. – Дата доступа: 12.07.2021.*
31. *Александр Дугин: Манифест великого пробуждения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://izborsk-club.ru/20749. – Дата доступа: 24.02.2021.*
32. *Did I Say That? [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2009/jun/21/quotes-by-prince-philip. – Date of access: 09.06.2023.*
33. *Pearce, K. Pandemic Simulation Exercise Spotlights Massive Preparedness Gap [Electronic resource] / K. Pearce. – Mode of access: https://hub.jhu.edu/2019/11/06/event-201-health-security/. – Date of access: 11.06.2021.*
34. *Lots of Great Vaccination Quotes [Electronic resource]. – Mode of access: https://vaclib.org/basic/quotes.htm. – Date of access: 09.06.2023.*
35. *National Security Study Memorandum 200: Implications of Worldwide Population Growth for U.S. Security and Overseas Interests, Dec. 10, 1974 [Electronic resource]. – Mode of access: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PCAAB500.pdf. – Date of access: 09.06.2023.*
36. *Цивилизация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wiktionary.org/wiki/цивилизация. – Дата доступа: 01.09.2022.*
37. *Перевод: с латинского на русский [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://translate.academic.ru/lex/la/ru/. – Дата доступа: 01.09.2022.*
38. *Харари, Ю.Н. 21 урок для XXI века / Ю.Н. Харари. – М.: Синдбад, 2019. – 416 с.*
39. *Изменение климата: последствия, смягчение, адаптация: учеб.-метод. комплекс / М.Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2015. – 424 с.*
40. *Нейросеть создала обложку для Cosmopolitan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ria.ru/20220622/cosmopolitan-1797266699.html. – Дата доступа: 01.09.2022.*
41. *Фромм, Э. Бегство от свободы / Э. Фромм. – М.: АСТ, 2017. – 288 с.*
42. *Валуева, Е.А. Эффект Флинна: обзор современных данных / Е.А. Валуева, С.С. Белова // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2015. – Т. 12, № 4. – С. 165–183.*
43. *Барк, И. Жертвы экологически чистой энергии: сколько птиц гибнет от ветрогенераторов [Электронный ресурс] / И. Барк. – Режим доступа: https://www.techinsider.ru/science/579664-vyyasnilos-skolko-ptic-gibnet-ot-vetrogeneratorov/. – Дата доступа: 01.09.2022.*
44. *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making: The Report of the World Commission on Dams [Electronic resource]. – Mode of access: https://archive.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/world_commission_on_dams_final_report.pdf. – Date of access: 01.09.2022.*
45. *Начала современного естествознания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://estestvoznanie.academic.ru/396/ДНК. – Дата доступа: 01.09.2022.*
46. *Гулькаров, И. Какова роль гравитации во Вселенной [Электронный ресурс] / И. Гулькаров. – Режим доступа: https://www.kontinent.org/article.php?aid=5335a2abd1aa7. – Дата доступа: 01.09.2022.*
47. *Клетка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.krugosvet.ru/enc/biologiya/kletka. – Дата доступа: 01.09.2022.*
48. *Сердце и сосуды: интересные факты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.hirslanden.com/ru/international/focus/cardiology/heart-bloodvessels.html. – Дата доступа: 01.09.2022.*
49. *Тесла, Н. Дневники. Я могу объяснить многое [Электронный ресурс] / Н. Тесла. – Режим доступа: https://djvu.online/file/3HzTrQW1PMYse. – Дата доступа: 10.06.2023.*
50. *Носовский, Г. Раскол Империи: от Грозного-Нерона до Михаила Романова-Домициана [Электронный ресурс] / Г. Носовский. – Режим доступа: https://sharlib.com/read_902885-44. – Дата доступа: 10.06.2023.*
51. *Забаринский, П.П. Стефенсон [Электронный ресурс] / П.П. Забаринский. – Режим доступа: https://coollib.net/b/190592-petr-petrovich-zabarinskiy-stefenson/read. – Дата доступа: 10.06.2023.*
52. *Полная энциклопедия наших заблуждений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belibra.ru/Polnaya-entsiklopyedіya-nashikh-zabluzhdyeniyi.696.html. – Дата доступа: 10.06.2023.*
53. *Ladd, B. Autophobia: Love and Hate in the Automotive Age [Electronic resource] / B. Ladd. – Mode of access: https://clck.ru/34wTcz. – Date of access: 10.06.2023.*
54. *Хайдеггер, М. Время и бытие: Статьи и выступления [Электронный ресурс]: пер. с нем. / М. Хайдеггер. – Режим доступа: https://imwerden.de/pdf/heidegger_vremya_i_bytie_1993.pdf. – Дата доступа: 10.06.2023.*
55. *Бердяев, Н.А. О назначении человека / Н.А. Бердяев. – М.: Республика, 1993. – 383 с.*
56. *Шпенглер, О. Человек и техника [Электронный ресурс] / О. Шпенглер. – Режим доступа: https://gtmarket.ru/library/articles/3131. – Дата доступа: 10.06.2023.*
57. *Символ веры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravoslavie.ru/104596.html. – Дата доступа: 10.06.2023.*
58. *Ценность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://endic.ru/new_philosophy/Cennost-1341.html. – Дата доступа: 21.06.2021.*
59. *Фромм, Э. Иметь или быть? / Э. Фромм. – М.: АСТ, 2014. – 320 с.*
60. *Хайдеггер, М. Слова Ницше «Бог мёртв» / М. Хайдеггер // Вопросы философии. – 1990. – № 7. – С. 143–176.*
61. *Хайдеггер, М. Ницше: в II т. / М. Хайдеггер; под ред. В.М. Каменева [и др.]. – СПб.: Владимир Даль, 2007. – Т. II. – 458 с.*
62. *Гаранина, О.Д. Кризис духовно-нравственных ценностей как выражение глобального кризиса / О.Д. Гаранина // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2011. – № 2 (78). – С. 168–172.*
63. *Воля к жизни [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://philosophy_dictionary.academic.ru/198/ВОЛЯ_К_ЖИЗНИ. – Дата доступа: 21.06.2021.*
64. *Этические кодексы в технических сообществах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://allrefs.net/c1/1aere/p2/?full. – Дата доступа: 10.06.2023.*
65. *Водяной пар и «парниковый эффект» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://regnum.ru/news/innovatio/2086744.html. – Дата доступа: 03.02.2021.*
66. *Флинт, Р.Ф. История Земли / Р.Ф. Флинт. – М.: Прогресс, 1978. – 340 с.*
67. *Заблуждения о CO_2 и глобальном потеплении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zen.yandex.ru/media/id/5b0200594bf161a5aeb306c5/zablujdeniia-o-co2-i-globalnom-poteplenii-5d8a48bc433ecc00addb2794. – Дата доступа: 25.11.2020.*
68. *Climate Change 2001: The Scientific Basis: Report [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/07/WG1_TAR_FM.pdf. – Date of access: 14.03.2021.*
69. *Доклад о мировом развитии – 2010. Развитие и изменение климата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.un.org/ru/development/surveys/docs/worlddev2010.pdf. – Дата доступа: 04.03.2021.*
70. *Круговорот углерода в природе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://energetika.in.ua/ru/books/book-1/part-2/part-6/6-2. – Дата доступа: 21.11.2020.*
71. *Sackmann, I.-J. Our Sun. III. Present and Future / I.-J. Sackmann, A.I. Boothroyd, K.E. Kraemer // The Astrophysical Journal. – 1993. – No. 418. – P. 457–468.*
72. *Сланцевая нефть, сланцевый газ, горючие сланцы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/141700-goryuchie-slantsy-slantsevaya-neft/. – Дата доступа: 03.01.2021.*
73. *Горючие сланцы и сланцевая нефть. Новая жизнь старых запасов? [Электронный ресурс]. – Режим доступа:*

https://vseonefti.ru/neft/slancevaya-neft.html. – Дата доступа: 03.01.2021.

74. *There's a Surprising Amount of Life Deep Inside the Earth. Hundreds of Times More Mass Than All of Humanity [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.universetoday.com/140847/theres-a-surprising-amount-of-life-deep-inside-the-earth-hundreds-of-times-more-mass-than-all-of-humanity/. – Date of access: 07.01.2021.*
75. *Cow "Emissions" More Damaging to Planet Than CO_2 from Cars [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.independent.co.uk/climate-change/news/cow-emissions-more-damaging-to-planet-than-co2-from-cars-427843.html. – Date of access: 30.01.2021.*
76. *Навоз – это доход или дополнительные расходы? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gea-kazakhstan.kz/dopolnitelno/zhivotnovodstvo-i-molochnoe-proizvodstvo/navoz-eto-dokhod-ili-dopolnitelnye-raskhody. – Дата доступа: 30.01.2021.*
77. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
78. *Ничипорович, А.А. Физиология и продуктивность растений / А.А. Ничипорович // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 7–33.*
79. *Устойчивое развитие населённых пунктов и улучшение их коммуникационной инфраструктуры с использованием струнной транспортной системы: итоговый отчёт по проекту Центра ООН по населённым пунктам (Хабитат) FS-RUS-98-S01 / рук. проекта А.Э. Юницкий. – М., 2000. – 179 с.*
80. *Обеспечение устойчивого развития населённых пунктов и защита городской окружающей среды с использованием струнной транспортной системы: заключительный отчёт по проекту Программы ООН по населённым пунктам (Хабитат) FS-RUS-02-S03. – М., 2004. – 158 с.*
81. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Гомель: Инфотрибо, 1995. – 337 с.: ил.*
82. *Юницкий, А.Э. Цивилизационная ёмкость космического дома по имени Планета Земля / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 23–73.*
83. *Пустыни / А.Г. Бабаев [и др.]. – М.: Мысль, 1986. – 320 с.*
84. *Протяжённость автомобильных дорог в мире, список стран мира, таблица [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.statdata.ru/protyagennost-avtomobilnyh-dorog-v-mire. – Дата доступа: 24.02.2021.*
85. *Названы города с самым быстрым общественным транспортом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mir24.tv/news/16375556/nazvany-goroda-s-samym-bystrym-obshchestvennym-transportom. – Дата доступа: 15.01.2021.*
86. *Рынденков, Д.В. Ведение вакуумной дуговой плавки жаропрочных никелевых сплавов по скорости наплавления слитка на печи производства ALD Vacuum Technologies CmbH / Д.В. Рынденков, Д.А. Карягин, И.А. Березина // Литейщик России. – 2015. – № 9. – С. 32–35.*
87. *Электронно-лучевая наплавка в вакууме: оборудование, технология, свойства покрытий / В.Е. Панин [и др.] // Сварочное производство. – 2000. – № 2. – С. 34–38.*
88. *Юницкий, А.Э. Описание конструктивных элементов астроинженерной транспортной системы SpaceWay / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 41–49.*
89. *Юницкий, А.Э. Программа SpaceWay – единственно возможный сценарий спасения земной технократической цивилизации от угасания и гибели / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 31–39.*
90. *Астероид Психея [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elementy.ru/kartinka_dnya/927/Asteroid_Psikheya. – Дата доступа: 03.08.2020.*
91. *Гюго, В. Девяносто третий год [Электронный ресурс] / В. Гюго. – Режим доступа: https://www.litres.ru/book/viktor-mari-gugo/devyanosto-tretiy-god-28725254/chitat-onlayn/. – Дата доступа: 10.06.2023.*
92. *Казютинский, В.В. Космическая философия К.Э. Циолковского: «за» и «против» / В.В. Казютинский // Земля и Вселенная. – 2003. – № 4. – С. 43–54.*
93. *Циолковский, К.Э. Космическая философия / К.Э. Циолковский. – М.: Сфера, 2004. – 488 с.*
94. *Вернадский, В.И. Научная мысль как планетное явление / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1991. – 271 с.*
95. *Вернадский, В.И. Размышления натуралиста / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1977. – 192 с.*
96. *Яншина, Ф.Т. Ноосфера: утопия или реальная перспектива / Ф.Т. Яншина // Общественные науки и современность. – 1993. – № 1. – С. 163–173.*
97. *Аристотель. Метафизика [Электронный ресурс] / Аристотель. – Режим доступа: https://clck.ru/34x5rm. – Дата доступа: 10.06.2023.*
98. *Кант, И. Сочинения в шести томах [Электронный ресурс] / И. Кант. – Т. 4, ч. 1. – Режим доступа: https://djvu.online/file/8e9UfZ5ol65KL. – Дата доступа: 10.06.2023.*
99. *Краткий религиозно-философский словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://terme.ru/slovari/kratkii-religiozno-filosofskii-slovar.html. – Дата доступа: 10.06.2023.*
100. *Паскаль, Б. Мысли [Электронный ресурс] / Б. Паскаль. – Режим доступа: https://www.100bestbooks.ru/read_book.php?item_id=3316&page=17. – Дата доступа: 10.06.2023.*

УДК 008.2

Глобальное ритуальное жертвоприношение и становление инженерной цивилизации как альтернативные сценарии будущего

А.Э. Юницкий[1,2]
доктор философии транспорта

Е.О. Петров[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии», г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Беларусь

Предпринята попытка интерпретации происходящих в первой четверти XXI в. глобальных процессов через матрицу жертвоприношения как одной из основополагающих в контексте становления цивилизаций ритуальных практик. Проанализированы основные подходы к толкованию жертвоприношения, имеющиеся в литературе. Выделены и систематизированы ключевые смыслы, приписываемые исследователями обрядам жертвоприношения, а также некоторые закономерности исторической трансформации объяснения этого феномена. Выявлено два подхода к активной трансформации реальности, возникающих и развивающихся в различных культурах: ритуальный и инженерный. Показаны риски, связанные с обращением политических и экономических элит к ритуалу. Обоснована необходимость перехода к цивилизационному укладу, базирующемуся на инженерных технологиях. Продемонстрированы перспективы развития, вытекающие из такого перехода, включая индустриализацию ближнего космоса, формирование новых систем расселения, энергетики, сельского хозяйства и наземного транспорта.

Ключевые слова:
жертвоприношение, инженерия, рациональность, ритуал, цивилизация, элиты.

UDC 008.2

Global Ritual Sacrifice and Establishment of Engineering Civilization as Alternative Scenarios of the Future

A. Unitsky[1,2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

E. Petrov[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

An attempt is made to interpret the global processes taken place in the first quarter of 21th century through the sacrifice matrix as one of the fundamental ritual practices during the formation of civilizations. The main ways to understand the sacrifice which are described in the literature are analyzed. The article contains highlighted and systematized key meanings that some researchers attribute to sacrifice rituals, as well as several patterns of historical transformation of interpretation of this phenomenon. The authors have identified two approaches to active transformation of reality which have emerged and continue to develop in different cultures: ritual and engineering ones. The risks when political and economic elites appeal to ritual are shown. There is reasoned necessity of transfer to civilization structure based on engineering technologies. The prospects of development arising from such a transfer, including industrialization of near space, creation of new systems for settlements, energy sector, agriculture and land transport, are reviewed.

Keywords:
civilization, elites, engineering, rationality, ritual, sacrifice.

Введение

Когда говорят о человеческом жертвоприношении, в воображении возникают образы кровавых ритуалов древности. Считается, что современное цивилизованное и гуманное общество давно осудило подобные дикарские практики. Что ничего подобного в XXI в. происходить не может, если только в качестве жуткого преступления. Вместе с тем тенденции, обнаруживающиеся в мире и ведущие при определённом развитии событий к самому массовому за всю историю истреблению людей в ходе ядерной войны [1], едва ли могут получить большую глубину проработки, чем та, которую предоставляет их осмысливание через матрицу жертвоприношения. Никакие прагматические подходы не оправдывают подобного сценария. Только иррациональная вера может давать надежду на установление более совершенного и справедливого мироустройства будущего в результате тотального разрушения.

Осуществлённый в настоящем исследовании анализ демонстрирует, что человеческое жертвоприношение было и остаётся одним из основных инструментов поддержания равновесия мировой системы, а также выступает неотъемлемым элементом любых существенных цивилизационных сдвигов. Именно такой сдвиг происходит в настоящее время – в 20-х годах XXI в. Если предположить, что он будет и далее идти в обозначившемся направлении и в той же логике, в которой осуществлялись все предшествующие глобальные трансгрессии, то масштабы жертвоприношения должны стать чудовищными. Речь может идти об исчезновении (депопуляции) большей части населения Земли. Рассмотрение ритуала человеческого жертвоприношения как системообразующего и системорегулирующего инструмента современной цивилизации позволяет осуществить попытку поиска альтернативных сценариев и моделей её дальнейшего развития.

Происхождение ритуала жертвоприношения

С точки зрения представителей церкви, жертва – знак преклонения перед божеством, проявление благодарности и покорности. Истоки ритуала исследователи, придерживающиеся данного мнения, находят уже у примитивных народов. Одной из древнейших форм жертвоприношений считается так называемая жертва первинок, т. е. принесение в жертву первой охотничьей добычи, первых плодов и первого приплода стад, как знак преклонения перед верховным существом. Вне церковной традиции распространена теория дара, связанная с анимистической концепцией происхождения религии. Такие взгляды высказывались уже просветителями XVIII в., считавшими, что первобытный человек стремился задобрить и умилостивить духа или бога, которого представлял по аналогии с самим собой, а потому предлагал ему то, в чём дух или божество, как он думал, нуждается: пищу, иногда одежду, оружие, украшения, утварь [2].

Есть и другие точки зрения на происхождение жертвоприношений. Некоторые считают, что первоначально принесение жертвы вовсе не было даром или принесением богу чего бы то ни было. Жертвоприношение являлось формой общения членов рода между собой и с божеством рода. Заклание и поедание жертвенного животного – это совместная родовая трапеза; участвовать в ней приглашалось божество или тотем рода. Бог и его почитатели, как писал Р. Смит, обычно едят и пьют вместе, и этим знаком декларируется и запечатлевается их сотоварищество. Древнейшая жертва – это убивание и поедание тотемического животного. Отсюда развивается идея, что всякое жертвенное животное – священное [2].

В атеистической литературе жертвоприношение часто интерпретируется через теорию обмана. Здесь утверждается, что «обычай принесения жертв введён обманщиками-жрецами, которые для собственной выгоды изобрели такой способ наживаться за счёт простодушных людей. Они требовали от соплеменников приносить пищу или разные полезные предметы под предлогом того, что это нужно для духов, предков, богов. Этот взгляд высказывали ещё публицисты и философы XVIII в., в новейшее время его в особенно упрощённой и грубой форме излагал немецкий популяризатор атеизма Г. Эйльдерман, тяготеющий к вульгарному материализму» [2].

Обобщая описанные подходы, можно выделить несколько смыслов, традиционно вкладываемых в обряд жертвоприношения:

1) благодарность и покорность высшим силам;

2) дар, приносимый высшим силам с целью получения от них тех или иных благ, т. е. своеобразный обмен;

3) фиксация и поддержание сложившейся социальной иерархии, а также отношений между обществом и божествами, которым оно поклоняется;

4) обман со стороны жречества или правящего сословия для достижения собственных прагматичных целей.

При этом перечисленное может быть актуально для той или иной ситуации как по отдельности, так и вместе взятое. Можно также предположить, что по мере усложнения общества, перехода от родоплеменного строя к классовому религиозные аспекты жертвоприношения (вышеуказанные пункты 1 и 2) становятся всё менее и менее существенными по сравнению с регулятивно-прагматическими (пункты 3 и 4). «Чем дальше заходил процесс внутреннего разложения первобытной общины, тем более обнаруживались в ней противоречия интересов, с одной стороны, колдунов, знахарей, гадателей, шаманов, позже жрецов, а с другой – массы «простого народа». Здесь-то и начинают, и чем дальше, тем больше, проявляться обман, вымогательство. Хотя попытки некоторых прежних авторов, особенно пропагандистов-атеистов, свести все вообще жертвоприношения к «жреческому обману» страдают крайним упрощением проблемы, фактов такого обмана отрицать нельзя. Ведь недаром один из видных современных этнографов, американец П. Радин, исследуя ранние формы религии, пришёл к выводу, что все эти первобытные верования, магическая практика, жертвоприношения и пр. – дело рук «религиозных формуляторов» – шаманов и жрецов, для которых религия – инструмент, используемый для экономической эксплуатации. Оно в значительной мере так и было. Сибирские шаманы, излечивая людей или скот, требовали принесения кровавых жертв для умилостивления духов; часть жертвенного мяса они забирали в свою пользу. Некоторые шаманы этим и жили, не имея своего хозяйства» [2].

В целом считается, что «обычай жертвоприношений – как существенная составная часть религиозного культа – сложился из нескольких различных корней, связанных с различными аспектами условий жизни первобытного общества: из специфики первобытного охотничьего хозяйства (и позже сменяющего его земледелия и скотоводства), из структуры самой первобытной общины, из межплеменных столкновений, из погребальных обычаев» [2].

С психологической точки зрения предпосылки возникновения обрядов человеческого жертвоприношения можно усмотреть в специфике восприятия человеком собственной смертности и смерти ближнего. Начало и конец, рождение и переход в иной мир – искони находятся вне сферы прямого воздействия человека. Убийство (будь то убийство животного или себе подобного существа) есть нарушение наличествующего порядка вещей. В осознании этого уже на примитивном уровне должно оформляться представление о преступности такого действия, которое словно бы посягает на предметный мир, организованный какими-то другими силами, высшими и более могущественными

по отношению к человеку. И если возникает это чувство преступления, то здесь же появляется и страх перед наказанием. Вероятно, ритуал жертвоприношения изначально должен был помочь избежать кары. Поэтому и первую добычу на охоте, и первый приплод, и первый урожай отправляли на алтарь. Это являлось своего рода взяткой полицейскому или налогом правителю на уровне, когда в качестве таковых воспринимались природные непостижимые и могущественные стихии.

В подобном ключе сформированы рассуждения французского философа Ж. Батая [3], который разбирает жертвоприношение через категории субъект-объектных отношений, а также трансцендентности и имманентности. Сутью этих отношений «является изъятие объекта посредством его разрушения из отношений потребления. Объект наделяется исключительными качествами по отношению к другим вещам, что не просто воспроизводит исходный дуализм, но также репрезентирует его или даже создаёт его на уровне отношений с сакральным и социальных отношений» [4]. В этом смысле скоординированные террористические акты-самоубийства 11 сентября 2001 г. «были актом жертвоприношения в точном смысле этого явления по Батаю как несущие контрсмысл тотального тренда американизации и глобализации. Немаловажный аспект, который есть в определении Ж. Батая, состоит в том, что жертва изымается как вещь полезная, т. е. включённая в отношения производства – распределения, а значит, и власти [4].

В процессе жертвоприношения, согласно Батаю, человек получает возможность вернуться в состояние имманентности – отождествления себя с природой, а следовательно, и с жертвой. За счёт изъятия жертвы из мира объектов и наделения её особыми качествами снимается отношение подчинённости между убийцей и убитым, возникающее в контексте потребления. Человек становится равным его жертве, как животное, для которого «поедаемое является подобным поедающему: именно этот смысл я вкладываю в понятие имманентности. Речь не идёт о подобном, признаваемом за таковое, скорее об отсутствии превосходства животного поедающего в отношении животного поедаемого: различие между ними, конечно же, существует, но то животное, что поедает другое животное, не может противопоставить себя последнему в порядке подтверждения такого различия» [4]. С другой стороны, помимо возвращения человека в состояние имманентности и наряду с попыткой умилостивить настоящего хозяина жертвы устанавливались, по-видимому, отношения жертвователя с этим хозяином.

Если рассматривать жертвоприношение не только в утилитарном смысле в качестве траты, как это делал Ж. Батай, но и в его религиозной размеренности в качестве дара, то дарящий занимает более высокое положение, чем жертва. В таком ритуале вершится и закрепляется власть. И высшая власть, доступная человеку, в примитивном измерении должна была закрепляться как господство над жизнью другого человека. В этом действии в честь божества человек максимально приближается к божеству. Не властный давать жизнь и в полной мере распоряжаться ею, насильственно прерывая её в угоду её подлинного хозяина в обряде жертвоприношения, убийца как бы участвует в совершаемом божеством акте, максимально сближается с божеством, вплоть до самоотождествления с ним. У Ж. Батая подобное отношение в связке «жрец – жертва – божество» описывается следующим образом: «Когда предназначенное в жертву животное вступает в круг для заклания жрецом, оно из мира вещей – закрытых для человека, не являющихся для него ничем, познаваемых им извне – переходит в мир сокровенно-имманентный ему, познаваемый так, как познают женщину в акте плотского обладания. Тем самым предполагается, что человек и сам перестал быть отделённым от своей сокровенности, как он отделён от неё при трудовом подчинении. Для возвращения сокровенности, имманентной связи между человеком и миром, между субъектом и объектом необходимо, чтобы жрец предварительно отделил себя от мира вещей.

Жрецу требуется жертвоприношение, чтобы отделить себя от мира вещей, а жертва не могла бы быть от него отделена, если бы это уже заранее не произошло со жрецом. Жрец провозглашает: «Сокровенно я принадлежу суверенному миру богов и мифов, миру яростно-безрасчётной щедрости, подобно тому как жена моя принадлежит моим желаниям. Я изымаю тебя, жертва, из мира, где ты была и не могла не быть сведена к состоянию вещи, обладая смыслом, внеположным твоей сокровенной природе. Я вновь призываю тебя к сокровенности божественного мира, к глубинной имманентности всего сущего» [5]. Таким образом, жертва, будучи изъятой из цикла потребления, возвращает жертвователя в состояние гармонии с миром, как неким порядком, и одновременно закрепляет связь жертвователя с той сущностью, которая этот порядок установила, – снимает противоречие между субъектом и объектом, выступает медиатором между человеческим и божественным, а следовательно, оказывается основой для выстраивания и закрепления иерархического порядка внутри общества.

З. Фрейд в книге «Тотем и табу» намекал, что не только жертвоприношение, но и вообще культура происходит из чувства вины, испытываемого первобытным человеком из-за убийства собственного отца. По мнению австрийского психоаналитика, религия и культура возникли из страха и трепета, вызванных умерщвлением, разделыванием, поджариванием и пожиранием (в русском слове «жертва» явственно ощущается огненно-плотоядная этимология) самого дорогого, что только может быть у существа, наделённого верой и разумом, – собственного родителя [6]. В своём выводе З. Фрейд опирался не только на ассоциации анализируемых им невротиков. Из трудов, в частности, Дж. Фрезера известна традиция жертвоприношения старого царя – вожака, который был не в состоянии далее обеспечивать благоденствие народа («Акела промахнулся»), торжественно убивали и заменяли молодым. Народы Крайнего Севера до недавних пор оставляли немощных стариков в тайге и в тундре на растерзание зверям [7].

Вокруг ритуала жертвоприношения конструируется, по-видимому, здание любого иерархически организованного общества, т. е. социума, разделённого на сословия, классы или страты, между которыми устанавливаются отношения господства и подчинения. На мысль об этом наводят некоторые этнографические исследования. В частности, новозеландские антропологи Дж. Уоттс и Р. Грей из Окленского университета изучили практику человеческого жертвоприношения у представителей 93 австронезийских народностей и культур, проживающих на большой территории от Мадагаскара до о. Пасхи. Учёные пытались установить связь между распространённостью кровавых братоубийственных ритуалов и формой политической организации в сообществе. Условно всех разделили на три группы:

- общества равенства;
- общества, где власть выборная;
- общества, где власть закрепляется за отдельной группой и затем передаётся по наследству.

«Человеческие жертвы приносились в 40 из 93 изученных культур (43 % от общего числа), в том числе в пяти из 20 (25 %) эгалитарных, 17 из 46 (37 %) обществ с «временной» и 18 из 27 (67 %) с «врождённой» иерархией» [8]. Разница оказалась настолько существенной, что Дж. Уоттс и Р. Грей должны были предположить: человеческое жертвоприношение в первобытных племенах – это инструмент закрепления доминирования одних над другими, а введение кровавых практик соотносится с переходом общества от политической модели равноправия к тому или иному виду иерархической организации.

Догадка З. Фрейда и данные антропологов наводят на мысль о том, что жертвоприношение, по крайней мере исторически, лежит в основе формирования любой сложной общественной системы. Вокруг кровопролития выстраиваются отношения с высшими силами, субординация внутри групп. Кровью (или бескровным жертвоприношением) закрепляются наиболее значимые решения – начало охоты или военного похода, коронация, свадьба. Жертва отмечает все главные этапы в жизни человека и сообщества – рождение, инициацию, начало посевной или сбор урожая, смерть и похороны. В частности, знаменитые гладиаторские бои возникли на основе традиции, связанной с захоронением. «Прежде чем стать печально знаменитым цирковым зрелищем, «игры» гладиаторов были – вначале у этрусков, а потом у самих римлян – видом погребальной жертвы» [2].

Поверхностный взгляд на цивилизации, точнее на то, как они представляют собственное возникновение, даёт подтверждение предположению о фундаментальной роли жертвы в процессах культурогенеза.

«Первой человеческой жертвой в истории индуизма был первочеловек Пуруша. В «Ригведе» – одном из древнейших в мире религиозных текстов, составленном во II тысячелетии до н. э., – рассказывается о том, как боги, садхья (низшие боги) и риши (божественные мудрецы) принесли Пурушу в жертву и сотворили из него весь ныне существующий мир...

В одном из гимнов «Ригведы» подробно описывается, как из частей тела первочеловека были созданы четыре варны индийского кастового общества: брахманы, естественно, родились из головы Пуруши, раджаньи, или воины-кшатрии, – из рук, торговцы-вайшьи – из бёдер и, наконец, слуги-шудры – из ног. Из остальных частей тела были созданы небо, солнце, земля, ветер и прочие полезные элементы бытия. Из пупа возникло воздушное пространство, из уст – боги Индра и Агни. Не пропал даром и дух Пуруши, из которого, как ни странно, сделали такое материальное тело, как луна. И, наконец, из его уха, напротив, были созданы столь абстрактные понятия, как стороны света. Кроме того, из этого жертвоприношения произошли и другие нематериальные реалии» [9].

Китайцы ведут родословную всего от своего варианта первочеловека по имени Паньгу. Гигантский, он разделил и закрепил на своих местах небо и землю, а после лёг отдохнуть, чтобы погибнуть и дать начало всему, что окружает нас. Воздух из его груди стал ветром. Плоть стала почвой, кости – камнями, волосы на теле – растениями, волосы на голове – звёздами, пот – дождём, глаза – солнцем и месяцем, голос – громом, а слёзы – водами Жёлтой реки.

Потрясающий миф о Прометее, подарившем людям огонь и принёсшем таким образом себя в жертву, составляет одну из основ древнегреческой цивилизации. Далее христианская цивилизация полагает в своём начале жертвоприношение Богом своего единосущного сына Христа. Этим искупаются грехи человечества и открывается возможность спасения и вечной жизни. Наконец, когда христианство понемногу начинает утрачивать свои позиции в Европе, когда формируется новый вариант большой общественной модели – новоевропейская цивилизация, капитализм, общество потребления, тогда Ф. Ницше говорит о смерти Бога как об основании, на котором воздвигается новый мир. «Бог убит! Бог мёртв! И мы его убийцы! Чем же мы утешаемся, убийцы из убийц? Самое святое и великое, чем только обладал мир, погибло под нашими ножами, – кто смоет с нас эту кровь? Какая вода может очистить нас? Какое раскаяние, какие священные игры мы можем придумать? Разве важность этого деяния не слишком велика для нас? Чтобы стать достойными его, не должны ли мы сами сделаться богами? Ещё не было никогда более великого деяния, – и кто родится после нас, будет принадлежать за такое деяние к высшей истории, чем вся, бывшая до сих пор!» [10].

В мире экономики и политики смерть Бога, его принесение в жертву, воплощалась в секуляризации церковных богатств. Повсеместно у клириков отнимали земли и мирскую власть, вплоть до физического убийства священников, разрушения храмов или превращения зданий церквей в планетарии и овощехранилища, как это было, например, в СССР. Объективно ритуальное убийство Бога сопровождалось массой человеческих жертв от рук святой инквизиции, а также в ходе религиозных, гражданских, колониальных и позднее идеологических войн. На протяжении всей истории человечества, почти до конца первой четверти XXI в., жертвоприношения (включая человеческие) всегда занимали важное место среди социальных практик и событий.

Ритуальные убийства в древности

В массовой культуре человеческое жертвоприношение – это, например, кадры с отрубленной головой индейца, скатывающейся по ступеням в долине пирамид Ламбайеке и падающей в кучу других голов. Иным на ум приходит история ветхозаветного Авраама, которому Бог приказал умертвить единственного любимого и долгожданного сына. Поклонники античной культуры представят описанное Софоклом ритуальное убийство дочери Приама – Поликсены, совершённое в честь павшего в сражении Ахилла. Все эти многократно процитированные художественные образы имеют подтверждение в исторической науке. Археологические раскопки свидетельствуют: традиции человеческих жертвоприношений возникают почти одновременно с появлением человека разумного как вида. Есть основания считать, что культовое умерщвление себе подобных практиковали ещё неандертальцы.

«В пещере Крапина в Хорватии найдены останки примерно 20 неандертальцев, кости которых обуглены и раздроблены, а черепа имеют сильные повреждения. Некоторые учёные склоняются к мысли о том, что жители пещеры не просто угощались мозгом, а совершали религиозный обряд и что два десятка неандертальцев были убиты в ритуальных целях. Подобные ритуалы у дикарей нового времени, как правило, объясняются желанием приобщиться к жизненной силе врага. А дробление костей могло быть связано с попыткой предотвратить воскрешение.

Похожая находка сделана на острове Ява – здесь в песчано-гравийных отложениях, возраст которых превышает 100 000 лет, найдены 11 черепов с раздробленными лицевыми частями, но без скелетов. Примечательно, что ни нижних челюстей, ни зубов при черепах также не оказалось.

Учёные из Мичиганского университета С. Гарн и У. Блок, изучив свойства человеческого мяса, пришли к выводу, что любой каннибализм, как правило, следует рассматривать как ритуальный, поскольку человек по питательности очень сильно уступает травоядным животным. Неандертальцы жили во времена, когда никакого недостатка ни в мамонтах, ни в антилопах, ни в жирных и вкусных грызунах не наблюдалось, и людям вряд ли приходилось страдать от голода. Поэтому даже если когда-то какой-то особо голодный неандерталец и решил пообедать себе подобным, массовое нахождение продырявленных черепов и обугленных человеческих костей можно объяснить скорее ритуальными причинами.

И уж во всяком случае, ритуальными причинами объясняется находка, сделанная в окрестностях Рима, в гроте на горе Монте Чирчео, – здесь был обнаружен череп неандертальца с почти полностью снятой затылочной костью. Владелец черепа был убит ударом в висок. По углам грота громоздились кости зубров и оленей, а вокруг черепа выложен круг из камней. В. Кабо пишет: «Существует предположение, что кости животных – остатки погребального пиршества, а комплекс в целом – результат ритуального убийства, совершённого 55 000 лет назад» [9].

Массовые захоронения останков людей, погибших насильственно при загадочных обстоятельствах, обнаружены в самых разных местах на планете. Не чуждались ритуальных убийств не только первобытные дикари, но и представители развитых цивилизаций Древнего мира. Египет, Китай, Индия, Передняя Азия, Финикия, Древняя Греция и Рим, языческая Европа и Америка – всюду в той или иной форме обнаружены следы оправданных некоторой традицией и соответствующими соображениями злодеяний. Впрочем, скорее всего, злодеяниями это кажется только сегодня. Тогда же, наоборот, жертвоприношение преподносилось как добродетель. Во многих культурах люди добровольно шли на смерть ради того или иного блага. В Египте, где рядом с захоронениями фараонов найдены останки сотен человек, умерших не своей смертью, «до конца Древнего царства (примерно до XXIII в. до н. э.) никакие напасти покойным египтянам не угрожали и даже покровительство богов за гробом никому не требовалось – их изображения напрочь отсутствуют на стенах древних гробниц. Человек, который умудрялся любыми правдами и неправдами попасть в загробный мир, оставался навеки вести там безбедное существование. Поэтому нельзя исключить, что слуги добровольно следовали за своими владыками, предпочитая недолговечной земной жизни вечность за гробом, даже если для этого приходилось идти на смерть, – ведь вторая такая возможность могла и не представиться» [9]. В Индии долгое время жена должна была следовать на костёр за умершим мужем. Если же этого не происходило, такая женщина становилась изгоем и жизнь её оказывалась незавидной.

Впечатляющие своей роскошью и размахом ритуалы проводились, судя по находкам учёных, в Шумере. «Знатные шумеры, снаряжаясь в окончательное путешествие, не собирались отказывать себе ни в каких земных радостях. Их усыпальницы, состоящие порой из нескольких комнат, – это просторные помещения из кирпича и камня, который привозили за десятки километров. Археологи находят здесь предметы роскоши: музыкальные инструменты, наборы настольных игр вроде шашек, вазы, фигурки животных, изваянные из драгоценных камней… Рядом с мужчинами лежат кинжалы тонкой работы, узорчатые копья… Знатные дамы брали с собой огромное количество украшений и косметики… И естественно, шумерские владыки не хотели обходиться в загробном мире без своих слуг и придворных. Но изумление археологов вызвал тот факт, что эти слуги, судя по всему, решались сопровождать своих господ добровольно. На их телах нет никаких следов насильственной смерти, и похоронены они, как правило, в самых непринуждённых позах.

Гробницы царей Первой династии Ура (правившей в середине III тысячелетия до н. э.) напоминают не могилу, а пиршественные залы, которых дыхание смерти коснулось неожиданно для всех присутствующих. Кажется, что музыканты до последнего мгновения продолжали играть на арфах, а дамы – развлекать свою царицу весёлой беседой. К тому же дамы эти – отнюдь не рабыни, брошенные в могилу для загробной службы, а дорого одетые женщины, украшенные золотом и камнями, судя по всему – богатые и знатные. Существует версия о том, что слуги и придворные шумерских властителей добровольно спускались в роскошные склепы, дабы и на том свете продолжать своё безбедное существование. Они принимали наркотический яд, который избавлял их от предсмертных мук, и навеки засыпали под музыку таких же добровольных смертников-музыкантов, или же их закалывали во сне мгновенным и безболезненным ударом стилета» [9].

Вышеизложенное – только часть разнообразной истории человеческих жертвоприношений в древности. Официальная наука, а точнее массовая идеология, прививает представления о том, что подобные ритуалы остались в прошлом. Что от реального кровопролития религии мира перешли к символическим формам подобного действия. И что сегодня практика, подобная описанной, если и существует, то только в качестве ужасающей формы девиации. Такова принимаемая большинством версия. Есть и альтернативная точка зрения. Её смысл – человеческое жертвоприношение было и остаётся реально существующим и существеннейшим инструментом узаконивания власти правящих сословий, а также даром и способом получения доброго расположения со стороны тех высших сил, которым они подчиняются. Естественно, и сами силы мало похожи на архаичных богов, и орудия убийств – не медные ножи жрецов. Однако это не меняет сути. Жертвоприношение, как считают некоторые исследователи, было и остаётся основополагающим началом любой культуры и цивилизации – не исключая современную западную цивилизацию, претендующую на роль глобальной системы ценностей и ориентиров.

После утраты религиозной размеренности жертвоприношение следует рассматривать в трёх других измерениях. На уровне коллективного и индивидуального бессознательного – в качестве упорядочивающего опыт архетипа. На уровне индивидуального и коллективного сознания – как некий замещающий алгоритм, позволяющий перенаправлять насилие с значимых и ценных объектов на менее важные. На операционном уровне – в качестве регуляторного механизма, удерживающего, закрепляющего и способствующего сохранению существующего общественного строя.

Жертвоприношение в капиталистической системе общества потребления, как и в предшествующих формациях, – способ поддержания иерархии. В данном случае основу её построения составляет дихотомия богатых и бедных, внутри которой существует множество уровней и подуровней от нищеты до сверхсостояний правящих в мире «элит».

В «Манифесте Коммунистической партии» К. Маркса и Ф. Энгельса сказано: «История всех до сих пор существовавших обществ была историей борьбы классов. Свободный и раб, патриций и плебей, помещик и крепостной, мастер и подмастерье, короче, угнетающий и угнетаемый находились в вечном антагонизме друг к другу, вели непрерывную, то скрытую, то явную борьбу, всегда кончавшуюся революционным переустройством всего общественного здания или общей гибелью борющихся классов» [12].

Несмотря на то что в современной социологии имеется масса альтернативных марксистскому подходов к осмыслению общества и движущих его исторические изменения трансформаций, сам по себе приведённый тезис оспаривать сложно. Сегодня, как и на заре человечества, существует многоуровневая иерархия, в которой более высокие позиции занимают за счёт тех, кто оказывается ниже, кого в прямом или переносном смысле приносят в жертву ради прибыли, статуса или власти. Жертвоприношение осмысливается здесь в других категориях, но суть его остаётся той же, что и в давности.

«Капиталистическое общество почти с самого рождения выбирает тех, кого оно будет подвергать социальному и материальному давлению, побуждающему людей к преступлению, чтобы удовлетворить свои потребности либо в материальных ресурсах, либо в социальном статусе. Затем, после того как некоторые из этих людей поддаются давлению и стимулам, выстраивающимся перед ними, капиталисты используют свою власть для организации публичных ритуалов жертвоприношения, или, как мы это называем, системы уголовного правосудия. Капиталистические элиты намеренно отказываются от инвестиций в государственные социальные услуги, т. е. образование и здравоохранение. Когда люди не могут жить достойно, они прибегают к любым средствам, необходимым для обеспечения. Капиталистические элиты криминализируют такое поведение, а затем задерживают, судят и, если их признают виновными, наказывают тех, кто отказывается принять назначенное им социальное положение. Одним из гротескных примеров комедии вины в этой связи является повсеместная криминализация бездомности» [11].

Жертвоприношение – непрерывная традиция

Ослабевание значения жертвы в качестве ритуала и наполнения в отношениях между человеком и высшими силами не умаляет значения жертвоприношения в формировании и поддержании основ общественного строя. В том числе это касается закрепления сложившейся на том или ином этапе общественной иерархии. Именно через жертвоприношение как форму присвоения и передачи собственности одни люди могут на фундаментальном уровне возвышаться над другими. Кроме того, через жертвоприношение человеческий вид утверждает себя как нечто стоящее выше животных, растений и иных форм жизни.

«Ритуальное жертвоприношение является не меньшей частью современного социума, чем древнегреческого общества. Одно важное отличие состоит в том, что древние греки могли приносить или не приносить человеческие жертвы, в то время как современное капиталистическое общество определённо делает это», – утверждает исследователь из университета Хэмптона Н. Партика [11].

Так же, как это было в древних обрядах, жертва должна принять свой удел. Она должна сама шагнуть к алтарю. Для этого разыгрывается гораздо более сложная и дорогостоящая комедия, чем та, которую разыгрывали, например, древние греки (хотя и они были весьма изобретательны). Проблема, с которой пришлось столкнуться грекам, «заключалась в том, что представление о корове, овце, баране или свинье, согласившихся быть принесёнными в жертву человеком во имя Бога, смехотворно. У людей и животных нет надёжных средств общения, особенно для такого сложного понятия, как ритуальное жертвоприношение. Более того, даже если бы машина позволяла людям и животным общаться, далеко не очевидно, что мы могли бы достаточно объяснить им такие понятия, как Бог и ритуальные жертвоприношения, чтобы они могли сделать осознанный выбор, который мог бы облегчить человеческую вину. Таким образом, греки использовали комедию невиновности, чтобы избавиться от чувства вины за убийство животного, которое они вырастили. Как мы видели выше, этот процесс должен был происходить в начале жертвоприношения. Участники-люди вставали в круг, вода приносилась в сосуде, и проводилось ритуальное омовение рук. Затем животному предлагали воду или, возможно, брызгали ему на голову, побуждая сделать жест, который люди могли бы интерпретировать как согласие на жертвоприношение. В другом варианте этого процесса несколько избранных животных могли быть выстроены вокруг алтаря с разложенной на нём едой, перед которой корова не могла устоять. Первое животное, которое приблизилось, чтобы попробовать выставленное угощение, рассматривалось как дающее согласие быть принесённым в жертву. Поскольку можно было сказать, что животное идёт «добровольно» на жертвенный алтарь, любое чувство вины, которое возникало у греков, смягчалось» [11].

Согласие жертвы необходимо для облегчения либо снятия вины того, кто совершает убийство. Что более важно, без согласия жертвы ритуал не может быть осмыслен в ключе дарения. Для того чтобы дарить что-то, это что-то должно принадлежать дарящему. Согласие жертвы идти на заклание и есть передача себя в распоряжение другому, отдающему чужую жизнь, как принадлежащую ему. Иные механизмы приобретения права на чужую жизнь – покупка или взятие в плен. Они также были распространены. Например, у народности хондов «долгое время существовал обряд добровольной жертвы, направленной на повышение урожая. Община покупала согласие человека умереть, а иногда родители продавали для этой цели ребёнка, после чего он мог долгие годы жить и даже жениться и иметь детей. Но когда возникала необходимость позаботиться об урожае, жертву освящали, отождествляя её с божеством, а потом опаивали опиумом и удушали. Тело жертвы разрезали на множество кусков, которые закапывали в землю по всем окрестным полям» [9]. Так поступали и с пленными. Например, «воинственные ацтеки в Мексике довели до огромных размеров практику человеческих жертвоприношений своим жестоким богам – Уитцилопочтли и Тецкатлипока. Чтобы иметь постоянно в запасе человеческий материал для этих жертвоприношений, они вели частые войны со своими соседями для захвата пленных. Эти жертвы требовались особенно для «солнечного» бога Тецкатлипока. Считалось, что солнце, не получая их достаточно, перестанет ярко светить. Испанские конкистадоры – сами отнюдь не мягкосердечные люди – были поражены видом высокой пирамиды из человеческих черепов в г. Теночтитлане – останков принесённых в жертву...

По существу в эту категорию жестоких военных обычаев – истребление врагов во славу и по требованию своего бога – попадает и вся история истребительных войн израильтян за овладение Палестиной в конце II и в начале I тысячелетий до н. э. В Библии эти войны описываются как прямое повеление Яхве, который, приказывая своему народу завоёвывать город за городом, настойчиво повторял требование не оставлять в живых ни одного человека, не разбирая ни пола, ни возраста (Иисус Навин, VI, 20; X, 28–43 и др.). Таких массовых человеческих жертвоприношений, совершаемых по безоговорочному требованию бога, мировая история, кажется, ещё не знала» [2].

Пленных убивали как непосредственно в угоду высшим силам, так и в рамках ритуалов погребения. На территории Китая в Аньяне найдено захоронение местных правителей, имеющее общую площадь около 380 м^2. Рядом с останками владык обнаружены останки ещё сотен человек. Скорее всего, обслуги. «А снаружи простирались целые кладбища: могилы обезглавленных военнопленных с руками, связанными за спиной. Тысячи их голов были погребены в отдельных ямах.

О том, что жертвы были в основном военнопленными, говорит анализ их останков: если собственно шанцы, найденные в обычных могилах с инвентарём и оружием, отличались антропологической однородностью, то в жертвенных захоронениях можно встретить людей самых разных национальностей. Рабский труд тогда ещё не находил массового применения. По-видимому, охранять и кормить большое количество подневольных работников было не всегда выгодно, но при этом всегда опасно. Есть данные,

что пленников могли использовать на каких-то трудоёмких разовых работах: сооружении гигантских гробниц, ликвидации последствий наводнений, но потом их рано или поздно убивали в угоду ритуалу, а возможно, и за ненадобностью. Пленных могли привлекать и к весенним земледельческим работам, после окончания которых они участвовали в обряде плодородия и приносились в жертву в рамках ритуала «священного брака». Известна такая надпись эпохи Шан-Инь: «Ван повелел многим цянам совершить обряд плодородия на полях» [9].

Однако в современном гуманном обществе не распространены ни торговля людьми, ни захват пленников в собственность на поле боя. Поэтому человеческая жертва может быть передана в распоряжение проводящему ритуал лишь добровольно, для чего капиталистическое общество создало потрясающие изобретательностью инструменты и механизмы. Для начала нужно, чтобы люди приняли всего несколько утверждений как безоговорочно истинные. На это слаженно работают система образования, влиятельные международные организации типа ООН, а также СМИ и массовая культура. Истины примерно такие:

- демократия – лучшая из возможных форм политического устройства;
- капитализм – наиболее совершенный экономический уклад;
- экология – высшая ценность современного мира;
- привычки и поступки человека оказывают решающее влияние на состояние экологии;
- для того чтобы восстановить экологический баланс в мире, необходимо переформатировать характер производства и потребления при сохранении капитализма и демократии.

К чему может привести безоговорочное принятие этих идей?

1. Власть должна оставаться сменяемой через процедуру выборов, что с оглядкой на капитализм означает: власть подконтрольна капиталу, финансирующему любые предвыборные кампании и, как следствие, способному ставить на ключевые посты нужных людей для достижения желаемых результатов.

2. Капитал должен и далее накапливаться в руках небольшой группы людей, получающих всё большую реальную власть, которая закрепляется в соответствующих договорённостях и легитимизируется через демократические процедуры.

3. Крупный капитал получает возможность диктовать свои условия и навязывать невыгодные для конкурентов правила игры через экологическую повестку – различные системы квот, ограничения и глобальные экотехнологические тренды, которые требуют дополнительных расходов на производство и тем самым не позволяют выйти на рынки новым игрокам, не способным выдержать экологического обременения.

4. Люди должны массово отказаться от приобретения в собственность чего бы то ни было как от неэкологичного способа потребления. Предметы материального мира должны эксплуатироваться как можно более интенсивно и быть включёнными в системы повторной переработки. Еда, одежда, транспорт, жильё, развлечения – всё должно носить характер индустриального капиталистического поточного производства, в котором человек будет пользоваться предметом лишь некоторое время и лишь частично, а затем возвращать его в производственно-потребительскую цепочку. Отходы продуктов питания, поношенная одежда, выработавший свой ресурс автомобиль – всё должно перерабатываться, как бы сдаваясь в аренду. Потребление и производство должны стать неразрывными элементами единой системы, в которой и человек оказывается предметом среди других предметов.

5. Классический капитализм (в том виде, в каком его описал К. Маркс) эксплуатировал труд человека, присваивая себе прибавочную стоимость произведённого продукта. Новый капитализм станет эксплуатировать человека в качестве капитала – эксплуатация достигает абсолютности своего проявления. Потребитель становится активным соучастником производства. Капиталист будет продавать продукт, компенсируя этим затраты на производство, а через системы повторной переработки значительно сокращать расходы на сырьё. В классическом капитализме прибыль равна рыночной цене продукта за вычетом стоимости сырья, оборудования и труда рабочего. В новом капитализме затраты на труд и сырьё значительно уменьшатся за счёт автоматизации и повторной переработки. Однако это не ведёт к росту прибыли. Напротив, из-за экологического бремени, социальной нагрузки на бизнес и, разумеется, перенасыщенности рынков прибыль новых капиталистов имеет устойчивую тенденцию к уменьшению. На Давосском экономическом форуме, а также в работах его руководителя К. Шваба такую модель называют инклюзивным капитализмом. В систематизации, приводимой исследователями, предполагается ряд новшеств. «Во-первых, прибыль должна перестать быть целью и главным ориентиром успешности бизнеса. Во-вторых, компании должны идти навстречу потребителям, снижая цены и, таким образом, постепенно искореняя бедность и нищету. В-третьих, следует отказываться от привычного представления о том, что корпорации принадлежат акционерам, которые являются главными (или даже единственными) бенефициарами деятельности корпораций» [13]. Считается, что в подобной конфигурации бизнес станет более гибким. Что ещё важнее, такой бизнес не опосредовано, а напрямую возьмёт на себя функции государства. Чем дальше, тем больше. Прибыль меняется на власть. И такой размен не выглядит проигрышем капитализма, наоборот, кажется более прямой дорогой к желаемому. Человек станет частью капитализма не только телом, но и душой, примет его всецело и подчинит интересам корпорации всего себя, как это предполагается, например, в рамках японской модели коллективного капитализма. Корпорация будет заботиться о человеке, как пастух заботится об овце, и с его согласия принесёт его в жертву тогда, когда в этом возникнет необходимость.

Там, где древние помещали свою комедию в начале своего жертвенного ритуала, мы, современные, помещаем нашу комедию в конец нашего жертвенного ритуала. Принимая диктуемые капитализмом истины в качестве таковых, люди одобряют правила игры, в том числе соглашаясь на роль жертвы (при необходимости). В какой-то момент оказываясь бездомным и безработным, очутившись на скамье подсудимых или в окопе на передовой, они уже не имеют никакого права и никакой воли протестовать. Они жили, осознанно или нет, являясь частью того общества, той системы, которая решила принести их в жертву. Значит, это был их собственный выбор. Безотрадная повестка в СМИ и мрачный образ будущего, создаваемый Голливудом, авторитетные заявления науки об обречённости всего на свете, включая даже планеты и звёзды, смягчают горечь расставания с жизнью. Убийство же продолжает находить оправдание и узаконивание как цивилизованное явление, укоренённое в традиции и оправданное объективной необходимостью.

Ритуальное сознание в контексте XXI в.

Человеческое жертвоприношение – одна из исторически сложившихся форм насильственного устранения людей и общественных групп, закреплённый и нормализованный с точки зрения той или иной цивилизации способ убийства. Всего таких форм убийства насчитывается пять:

1) поединок. Легитимизируется в контексте дуэльного кодекса, совершается в межличностных отношениях и служит достижению личных целей – власти, мести, защите чести и др.;

2) война. Совершается в межгосударственных отношениях ради прагматических целей – богатства, славы, власти, по сути являясь убийством одними людьми других в интересах государства;

3) казнь. Осмысливается строго в легальном поле, выступает как наказание и средство устранения членов общества, представляющих опасность для других людей либо сформировавшейся в тот или иной период общественной формации, включая властную иерархию, экономические отношения, систему норм, ценностей и др. Совершается в отношениях государства и личности, по сути являясь убийством государством личности;

4) террористический акт. Как правило, носит политический или идеологический окрас, выступает средством выражения воли какой-либо группы людей. Возникает в отношениях между государствами, враждующими политическими или идеологическими группами либо между государствами и противостоящими им группами борцов, по сути являясь убийством одних людей другими, иногда самоубийством (добровольным приношением себя в жертву), в интересах той или иной политической либо идеологической доктрины;

5) ритуальное убийство. Направлено на регулирование отношений личности или общества с той или иной сущностью, принимаемой в качестве высшей реальности. Возникает в отношениях между личностью либо обществом и высшей сущностью, по сути являясь убийством человека человеком в интересах той высшей сущности, которой это убийство посвящено.

Основное различие между описанными формами «цивилизованного» убийства, как видно, состоит в том пространстве, внутри которого оно совершается, в интересах, которые преследует, а также в специфике вступающих в отношения субъектов и объектов. В реальности убийства могут сочетать в себе признаки различных форм. Например, война может быть осмысливаема и как поединок, и как жертвоприношение. Такое большое событие затрагивает все сферы социальной жизни – от межличностных отношений до отношений с божественными силами. Именно поэтому почти любую войну идеологи пытаются преподнести как священную. Только так в конечном итоге можно полностью оправдать убийство, о чём сказано ранее. Если убийство совершается в интересах высшей реальности, то совесть убийцы как бы чиста. Иногда всё оформляется и совершается в виде жертвоприношения с самого начала. Иногда переосмысление происходит постфактум.

Как бы то ни было, но во всех случаях, когда руководители общества решают, что кого-то нужно убить, повсюду, где цивилизованное общество считает необходимым насильственно умертвить человека, всё обставляется и осмысливается в качестве ритуала жертвоприношения.

Ритуал можно определить как «способ поведения, представляющий собой повторение всех действий, однажды приведших к положительному результату, и закрепление этих действий (по К. Лоренцу). Это проекция мифа в действие. Поскольку неизвестно, какое именно действие из всей последовательности вызвало желаемый эффект, то наиболее эффективным будет максимально полное повторение их всех, что и имеет место в традиционных культурах, жизнь носителей которых практически полностью ритуализирована. Распространение ритуалов столь же широко, как и мифов. Более того, ритуальные формы поведения присутствуют у большинства высших животных (ритуалы ухаживания, агрессии, территориального и доминантного поведения)» [14].

Ритуалы в огромном разнообразии сохраняются в культуре XXI в. Примеры каждый может подобрать на свой вкус. Ритуалы сопровождают человека на протяжении всей жизни, знаменуя яркие и существенные события – встречу с цветами у роддома; празднование дня рождения с задуванием свечей и загадыванием желания, о котором нельзя никому говорить, чтобы оно сбылось; выпускной вечер; свадьбу; похороны, за организацией которых обращаются в бюро ритуальных услуг… Эти алгоритмы действий имеют огромный вес в культуре и продолжают восприниматься большинством с полной серьёзностью.

Ритуалы существуют во всех областях человеческой деятельности – в производстве, искусстве, науке, торговле, сфере услуг, сельском хозяйстве, политике и др. Они выполняют важную функцию стандартизации процессов взаимодействия между людьми. При этом ритуалы, с одной стороны, чётко фиксируют сложившуюся иерархию и соответствующее распределение ролей, с другой – выступают средством узаконивания изменений, приобретения новых статусов и вообще любого перехода в качественно новое состояние или на новый этап жизни, относительно как к каждому отдельному человеку, так и к обществу в целом.

Достижение желаемого результата при помощи ритуала предполагает необходимость совершения некоего набора символических действий. Вся мощь такого действия в процессе его совершения опосредуется используемыми символами и усиливается антуражем – пластикой действа, запахами, световым и звуковым оформлением. Интуитивно ожидается, что чем мощнее используемые символы, тем большего эффекта можно добиться. Именно поэтому ритуалы человеческого жертвоприношения исполнялись лишь в самых важных случаях, требующих максимального энергетического накала – например, перед важным сражением, от исхода которого зависит выживание народа, или во время погребения правителя, для благополучия которого на том свете подданные готовы сделать всё, что в их силах.

В XX и XXI вв. ритуалы человеческого жертвоприношения можно усмотреть во многих институализированных практиках – в пенитенциарной и миграционной системах, вооружённых конфликтах, а также в конституирующих финансово-банковскую сферу структурах, медицине и др. Для того чтобы одни члены общества могли оставаться на социальных вершинах, они продолжают жертвовать другими членами общества – как в локальном, так и в глобальном масштабах, где благосостояние одних стран достигается за счёт угнетения и эксплуатации других. Различные формы ритуализации убийств в обществе служат оправданию жертв тогда, когда иные легальные формы убийства (поединок, война, казнь или теракт) оказываются неприменимыми либо недостаточными. Например, в ситуации, когда войну невозможно оправдать в общественном сознании только с точки зрения экономической целесообразности, её оправдывают как жертву, которую необходимо понести во имя демократии и свободы. Однако на деле остаётся понятно, что в капиталистической реальности это только прикрытие для достижения прагматических интересов.

Рукотворный Армагеддон – перспектива самого массового человеческого жертвоприношения

В капиталистическом обществе массового производства и потребления жертвоприношение может быть рассмотрено как одна из форм потребления. В таком ракурсе оно – «следствие априори существующей дифференциации в потреблении различных социальных слоёв. Ж. Бодрийяр выделяет две основные функции социального: функция производства некоего излишка (демографического, экономического или лингвистического) и функция его устранения. Последняя связана с защитными механизмами – если бы излишек был перераспределён, это, по его мнению, неизбежно разрушило бы социальный порядок и потребительскую стоимость. Таким образом, жертвоприношение выступает как самый древний способ ликвидации излишка. М. Маклюэн в этой связи говорит о культуре потлача – древнейшей практики перераспределения богатств, когда огромные излишки продукции уничтожаются с целью избежать возможных классовых различий, способных разрушить традиционный социальный порядок (разрушение построек, оставление тонн риса под дождём и т. д.)» [15].

Приведём цитату полностью по тексту Ж. Бодрийяра: «То перемещение богатства, любого богатства, которое осуществлялось когда-то посредством жертвоприношения и которое не оставляет место аккумуляции остатка, для наших обществ также неприемлемо. Уже потому, что они «общества», а следовательно, всегда производят излишек, остаток (каким бы он ни был – демографическим, экономическим или лингвистическим), и потому, что этот остаток должен быть ликвидирован (ни в коем случае не принесён в жертву – это опасно: просто-напросто ликвидирован).

У социального две обязанности: производить остаток и тут же его уничтожать.

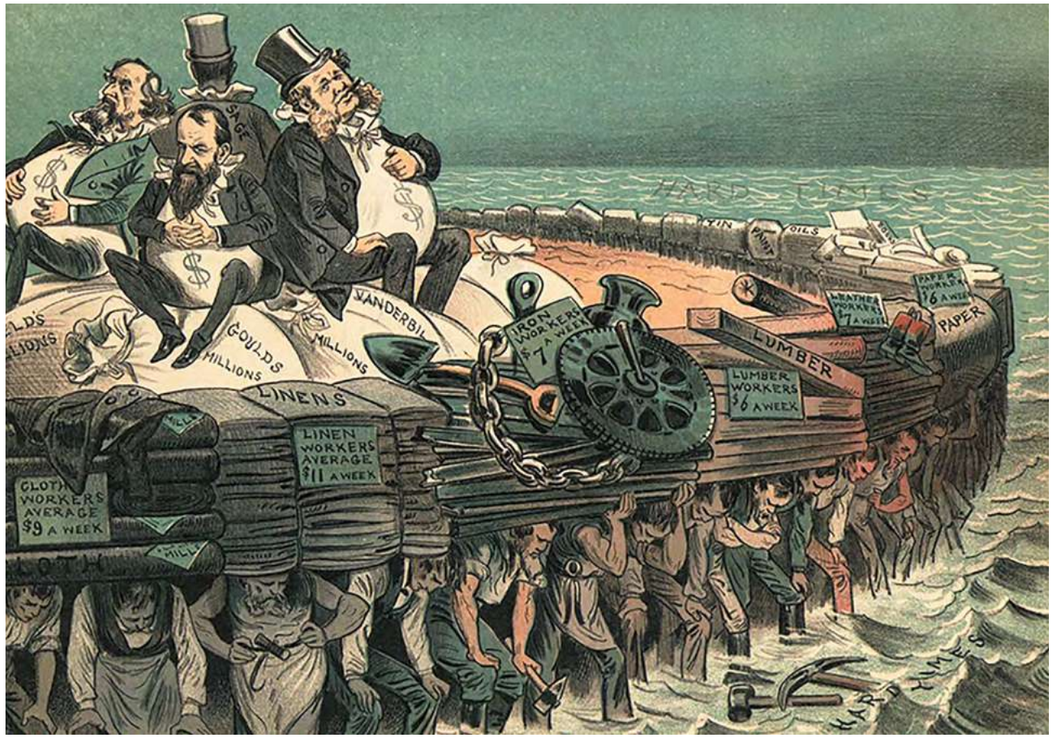
Если бы всё богатство приносилось в жертву, люди утратили бы чувство реальности. Если бы всё богатство оказывалось в их распоряжении, они перестали бы отличать полезное от бесполезного. Социальное призвано следить за бесполезным потреблением остатка, с тем чтобы индивиды были готовы к полезной для них организации их жизни» [16]. Таким образом, Ж. Бодрийяр подчёркивал, что в капиталистическом мире жертвоприношение, сохраняясь как практика, утрачивает сакральное значение, превращаясь в простую ликвидацию ради сохранения установившегося порядка – в потлач.

«Потлач распространён очень широко, в особенности там, где сбор или производство продуктов питания нетрудоёмки. Например, у рыбаков северо-западного побережья Америки и крестьян Борнео, занятых выращиванием риса, производятся огромные излишки продукции, которые должны быть уничтожены, ибо в противном случае могут возникнуть классовые различия, способные разрушить традиционный социальный порядок. На Борнео путешественник может увидеть, как во время ритуалов выставляются под проливной дождь тонны риса и сносятся огромные художественные постройки, в возведение которых были вложены колоссальные силы» [17].

Наряду с осмысливанием жертвоприношения как потлача снова стоит вспомнить концепцию Ж. Батая, согласно которой «жертвоприношение отличается от потлача, хотя и сходно с ним как две формы ритуального «истребления богатств». Можно даже сказать, что Батаевская концепция жертвоприношения вообще порывает с вековой традицией: жертвоприношение осуществляется в отсутствие всякого божества, оно всецело имманентно, не адресовано никакому другому субъекту, его суть – в освобождении вещей и, косвенным образом, человека, отказывающегося ими пользоваться: жертвенный обряд стремится уничтожить в жертве вещь – и только вещь» [5]. В отношении к обществу потребления жертвоприношение будет антипотреблением, совершаемым жрецами для поддержания баланса так же, как уравновешивают друг друга положительно и отрицательно заряженные частицы, материя и антиматерия. По этой причине количество жертвоприношений возрастает прямо пропорционально объёмам потребления, и чем чудовищнее масштабы одного, тем более ужасающе другое.

«Жертвоприношение – антитеза производства, совершаемого ради будущего, это истребление богатств, представляющее интерес лишь в данный момент. В таком смысле жертвовать и означает дарить и оставлять, но только даримое не может стать для получающего дар предметом сохранения; отдавая что-либо в жертвенное приношение, мы как раз и передаём его в мир скоротечного истребления. Именно это и значит «пожертвовать божеству», священная сущность которого подобна огню. Жертвовать – всё равно что бросать уголь в печь» [5].

Если следовать мысли Ж. Батая о том, что жертвоприношение есть изъятие объекта из мира потребления и, таким образом, средство возврата человека к состоянию имманентности природе, то это можно интерпретировать сегодня в следующем ключе. «Элиты» оказываются в жёстком антагонизме с миром природы. Такое противоборство выражено в настоящее время как глобальный экологический кризис. Для исправления ситуации правящие «мировые элиты» должны изъять из мира некую часть людей и объектов (депопуляция и деиндустриализация) и пожертвовать ими, чтобы вернуться к гармонии с природой. Об этом откровенно сказал принц Филипп, супруг королевы Елизаветы II, один из представителей правящей «мировой элиты» и идеологов сокращения населения планеты. Рассуждая о своём перерождении, ещё в 1988 г. он сказал: «Если бы мне довелось переродиться, я хотел бы стать смертельным вирусом, чтобы внести свой вклад в решение проблемы перенаселения» [18]. Поскольку смысл настоящей элиты должен заключаться в противоположном, так как ценностный подход базируется на исходном смысле слова «элита» (т. е. «лучшее»), то понятие «мировая элита» в настоящем исследовании взято в кавычки и в дальнейшем будет означать то же самое, что и лже-, псевдо- или квазиэлита (все они самоназначенцы, потому что не сдавали выпускные экзамены, их никто не выбирал и не назначал).



Интерпретации жертвы через метафору траты (потлач) и в качестве изъятия объекта дополняют друг друга. Первое – это избавление от излишков ради сохранения равновесия общественной системы. «Элиты» действительно избавляются от излишков человеческой биомассы. С другой стороны, исключая часть людей из процессов потребления (капиталистического производства), они совершают символическое действие, которое должно вернуть их к состоянию имманентности природе.

Все формы массового истребления в XX и XXI вв. приобретают новое смысловое измерение в свете идей Ж. Бодрийяра и Ж. Батая. Между Большим террором 1930-х годов в СССР, Второй мировой войной, геноцидом евреев, пандемией коронавируса и человеческим жертвоприношением у ацтеков параллелей гораздо больше, чем различий. Декларируемой целью во всех случаях выступает защита интересов общества от его врагов, расово неполноценных элементов, смертельной болезни, немилости богов. Всё это некая внешняя угроза, нависшая над людьми и требующая безотлагательных действий от государства (по сути, от властных «элит», управляющих государством), встающего на их защиту. Борьба осуществляется через поиск очагов (виновников либо тех, на кого вину можно возложить) и их физическое устранение – убийство или изоляцию, в свою очередь также ведущую к смерти. Совместно с действиями, направленными на устранение опасности, во всех этих случаях жертвы ликвидируются в качестве демографического излишка и вместе с тем исключаются из мира производства и потребления, мира вещей. Религиозный компонент и апелляция к высшим силам внешне как бы отметаются, сохраняясь, однако, по существу.

В выбранном ракурсе рассмотрение целеполагания жертвоприношения трансформируется вместе с целеполаганием общества в целом. Такие установки задаёт религия на протяжении большей части истории. Сначала это поклонение тотемным животным или растениям, далее – стихиям, после – божествам, воплощаемым в этих стихиях, ещё позже – неким универсальным принципам, заложенным в основу мира и открытым через персонифицированное послание пророка или воплощённого бога. Таковы мировые религии – буддизм, христианство и ислам. В Новое время персонификация и, следовательно, идея о том, что полагающее принципы начало принимает участие в судьбе человека, постепенно отвергаются. Сами принципы приобретают исключительно объективный и индифферентный окрас научных законов или политической идеологии. В соответствующей логике на соответствующих исторических этапах от первобытности до наших дней осмысливается и осуществляется жертвоприношение: когда-то священным животным, затем стихиям, антропоморфным богам – повелителям стихий, воплощённому Абсолюту, безличностному закону, сформулированному в какой-либо области или системе знаний (идеология, социология, политология, криминология, эпидемиология и др.). При этом вещи называются своими именами, никто даже не старается утаить, что жертвоприношение есть жертвоприношение.

Можно возражать и говорить, что война не имеет отношения к жертвоприношению, что это другое. Однако, во-первых, сама риторика опровергает различия. Говорят ведь «пожертвовать собой во имя Родины», «положить жизнь на алтарь Отечества». Во-вторых, война нового времени – не такое событие, в котором всем по собственному желанию можно участвовать либо не участвовать. Есть, конечно, профессиональные военные, для которых это – выбор. Именно они командуют на поле боя, как жрецы в храмах. Они же одерживают победы в сражениях, военные кампании выигрывают их начальники, войны – начальники начальников (президенты и короли). Дальше и выше идут интересы и виктории, которые предпочитают не афишировать, как и личности конечных бенефициаров вооружённых международных разборок. Ценой же выступают жизни простых солдат (и мирных жителей – иногда их гибнет больше), у которых обычно никто ничего не спрашивает, которых с рождения готовят к роли агнцев на заклание и козлов отпущения. Для объяснения придумано словосочетание «долг Родине». По сути, они напоминают детей народности хондов, проданных родителями и живущих припеваючи до тех пор, пока не случится неурожай и они не будут использованы согласно предназначению. Государство распоряжается жизнями подданных по своему усмотрению и по своему же усмотрению может отдавать их в жертву – не важно, ради прагматических интересов или высшей справедливости и высших сил. В-третьих, Вторая мировая война, как и другие конфликты XX в., помимо боевых действий была сопряжена с явлениями, по всем основным параметрам, по форме и по духу подходящими под понятие жертвоприношения. Имеются в виду различные формы геноцида, включая холокост. Если рассматривать всё это под избранным ракурсом, то окажется, что жертвоприношение, положенное в основу цивилизации, возникшей в XXI в., было самым масштабным за всю историю человечества. Количество убитых во имя нового порядка исчисляется десятками, если не сотнями, миллионов человек.

Вот, что говорил А. Гитлер в речи 1 сентября 1939 г., ознаменовавшей начало Второй мировой войны: «Прошло шесть лет, как я тружусь на благо германской обороны. Более 90 млрд потрачено за это время на вооружённые силы. Они теперь лучше экипированы и несравнимы с тем, какими были в 1914 г. Моя вера в них непоколебима. Когда я создавал эти силы и теперь, когда я призываю германский народ к жертвам и, если необходимо, к самопожертвованию, я имел и имею на это право, потому что сегодня я сам полностью готов, как и прежде, принести себя в жертву» [19].

Вот, что говорил И. Сталин 9 мая 1945 г., после того как гитлеровская армия была разгромлена: «Великие жертвы, принесённые нами во имя свободы и независимости нашей Родины, неисчислимые лишения и страдания, пережитые нашим народом в ходе войны, напряжённый труд в тылу и на фронте, отданный на алтарь Отечества, – не прошли даром и увенчались полной победой над врагом» [20]. А вот что он говорил чуть позже 24 мая в более узком кругу в Кремле на приёме в честь командующих войсками: «Иной народ мог бы сказать правительству: вы не оправдали наших ожиданий, уходите прочь, мы поставим другое правительство, которое заключит мир с Германией и обеспечит нам покой. Но русский народ не пошёл на это, ибо он верил в правильность политики своего правительства и пошёл на жертвы, чтобы обеспечить разгром Германии» [21].

Версия о рукотворности пандемии COVID-19 вызывает споры. Однако факты остаются несомненными. Больше всего в тот период умерло старых, бедных и больных людей. Такую избирательность вируса признают абсолютно все. При этом объясняется всё якобы естественными причинами. Например, К. Шваб говорит, что «в США COVID-19 нанёс непропорционально большой урон афроамериканцам, людям с низкими доходами и уязвимым слоям населения, таким как бездомные. В штате Мичиган на долю чернокожих, составляющих менее 15 % населения, приходилось около 40 % смертей от осложнений COVID-19. Тот факт, что вирус так непропорционально затронул общины чернокожих, является просто отражением существующего неравенства. В Америке, как и во многих других странах, афроамериканцы беднее, а значит, они с большей вероятностью окажутся безработными или частично занятыми и станут

жертвами неудовлетворительных жилищных условий и условий жизни. В результате они больше страдают от уже существующих заболеваний, таких как ожирение, болезни сердца или диабет, которые делают COVID-19 особенно смертоносным» [22].

К. Шваб признаёт, что выгодополучателями пандемии оказались государства и корпорации, сбросившие груз пенсий и пособий, а вместе с тем уничтожившие мелкий бизнес и урезавшие привычные свободы людей. В частности, говорится о попрании прав на приватность. «Большинство людей, опасаясь опасности, исходящей от COVID-19, спросят: разве не глупо не использовать мощь технологий, чтобы прийти нам на помощь, когда мы становимся жертвами эпидемии и сталкиваемся со смертельной опасностью для жизни? Тогда они будут готовы отказаться от частной жизни и согласятся, что в таких обстоятельствах государственная власть может по праву преобладать над правами личности. Затем, когда кризис закончится, некоторые могут понять, что их страна внезапно превратилась в место, где они больше не хотят жить. В этом мыслительном процессе нет ничего нового.

В последние несколько лет и правительства, и транснациональные компании используют всё более изощрённые технологии для мониторинга граждан и сотрудников, а зачастую и для манипулирования ими. Если мы не проявим бдительности, как предупреждают защитники конфиденциальности, пандемия станет важным переломным моментом в истории слежки. Аргумент, выдвигаемый теми, кто больше всего боится за личную свободу, ясен и прост: во имя общественного здравоохранения некоторые элементы личной жизни будут отброшены ради сдерживания эпидемии, как и террористические атаки 11 сентября привели к усилению и постоянной безопасности во имя защиты общественной безопасности. Тогда, не осознавая этого, мы станем жертвами новых полномочий наблюдения, которые никогда не отступят и которые могут быть перепрофилированы в качестве политического средства для достижения более зловещих целей» [22]. В итоге COVID-19, как и любое жертвоприношение, закрепил и усилил социальный порядок, в котором немногие обладают богатством и властью над всеми прочими.

Несмотря на технический прогресс, декларируемые демократию и гуманизм и прочее, современное общество в своей основе сохраняет первобытные дорациональные и нерациональные установки. Необходимость жертвоприношения выступает как одна из ключевых аксиом. Понятие «жертва» продолжает носить сакральный характер. По умолчанию считается, что для того, чтобы добиться чего бы то ни было в личной или общественной жизни, в отношении государства или планеты в целом, необходимо чем-то пожертвовать.

Если задать вопрос «Почему общество более не практикует человеческие жертвоприношения?», то в ответ скажут, что это нерационально. Однако действительно ли общество руководствуется рациональными принципами? Далеко не всегда, в чём сходятся многие исследователи. «Долгое время уникальным качеством людей считался разум. Неслучайно эта способность была отмечена в самоназвании нашего вида. Однако гордыня *Homo sapiens* оказалась необоснованной. Исследования прошлого века показали, что человекообразные обезьяны способны к знаковой и орудийной деятельности. Разница IQ парадоксальным образом объясняется тем, что животные слишком рациональны. Они ничего не делают зря, в том числе не умножают сущностей. Инстинкта достаточно для выживания, значит, задействовать разум ни к чему.

От зверя человек отличается не разумом, а верой. Поэтому феномен культуры может быть объяснён только через религию» [7].

Если это так, то определяющим в культуре оказывается нерациональность. Косвенных подтверждений можно найти множество, начиная с того, что люди всю свою историю воюют, убивают и разрушают то, что с большим трудом ими же создано, заканчивая тем положением и той ничтожной ролью, которую носители научной и инженерной рациональности играют в обществе в разное время, вплоть до конца первой четверти XXI в.

Гуманность современного социума так же может быть оспариваема, как и рациональность его, как и прочие возможные качества, которые делали бы жертвоприношение (включая человеческое) невозможным в современном мире. Если же таких бесспорных качеств нет, то и жертвоприношение возможно как массовая и системообразующая практика.

Человеческое жертвоприношение – очень удачная матрица для структурирования и осмысливания процессов, начавшихся в конце последней четверти XX в. и в первой четверти XXI в. приобретших достаточно радикальные формы. Речь идёт о глубинном переустройстве мирового порядка – реформе капитализма со всеми вытекающими последствиями, включая необходимость сокращения населения планеты. Логика жертвоприношения является единственно возможной для такого перехода, поскольку позволяет добиться желаемого результата и при этом оправдать истребление человечества в глобальных масштабах. Более того, истребление можно осуществить максимально безболезненно, так как необходимость того, чтобы жертва приняла свою участь, – это, вероятно, самая главная отличительная особенность жертвоприношения как формы убийства. Достаточно настроить людей на самопожертвование, и они сами отправятся на заклание, не оставив потомства. Как же такой процесс происходит, как он структурирован и к какому результату приведёт?

За начальную точку можно взять доклад Римского клуба под заголовком «Пределы роста» [23], опубликованный в 1972 г., хотя корни интересующего процесса можно усмотреть и глубже во времени, например в трактате Т. Мальтуса [24]. Как бы то ни было, перед «мировыми элитами» встала проблема перенаселения планеты и превышения пределов роста мирового населения. На горизонте возник страшный призрак экологической катастрофы. Для того чтобы избежать её и умилостивить природу, и потребовалось человеческое жертвоприношение, которое стали затем планировать и, вероятно, уже начали приводить в исполнение по самому скорому и незамысловатому сюжету из трёх актов.

Акт 1. Пандемия («чума»). Создание напряжённости в обществе при одновременном ограничении свобод населения за счёт тотального цифрового контроля позволяет организовать среду для развязывания локальной неядерной войны в Европе. Благодаря практикам локдаунов и подавления возникающих на этом фоне протестов население оказывается достаточно пассивным, чтобы безропотно принять новые ограничения и неудобства, связанные с такой войной. Массовых протестов нет ни в воющих странах, ни в государствах, оказывающих одной из сторон финансовую и военную поддержку. Люди за время пандемии привыкли, что государство решает их судьбу за них.

Акт 2. Локальная неядерная война. Ослабление европейской экономики за счёт существенного увеличения стоимости энергоресурсов. Формирование новых политических и экономических лагерей и коалиций. Постепенное втягивание в конфликт всё большего числа участников. Рост напряжённости до крайней точки.

Акт 3. Глобальная ядерная война – достижение требуемого результата.

До этого десятилетиями длилась подготовка к ритуалу. Неустанно трудился Голливуд, внедряя в массовое сознание представление о безрадостности и катастрофичности будущего, сея в обществе вражду, популяризируя насилие, эгоизм, гедонизм и др. На это же работали СМИ и образование, разрушившие принципы человеколюбия и прогресса, вместо них вбивая в головы необходимость стремления к успеху несмотря ни на что, сея нравственный релятивизм, в котором нет ни добра, ни зла, а только выгода либо её отсутствие.

Обесценена семья как основополагающий институт. Фактически людей заставили воспринимать себя как некую бессмысленную биомассу (типа плесени), бесконтрольно размножающуюся и уничтожающую природу. Такое человечество готово принести себя в жертву в интересах природы, обожествлённой экоактивистами и представителями «зелёных» партий. И хотя у каждого человека против фатального для цивилизации развёртывания событий будет протестовать его инстинкт самосохранения, но в отношении другого он уже не испытает никаких сомнений. В опросе YouGov, в котором приняли участие почти 8000 человек из восьми стран (Бразилия, Египет, Франция, Венгрия, Индия, Япония, Нигерия и США), наиболее распространённым утверждением было следующее: нынешнее население мира слишком велико. Во всех странах, кроме Японии, так считает свыше 50 % опрошенных. В Японии – 43 %. Кроме того, большинство убеждено, что два ребёнка на семью – это тоже слишком много [25]. Такое мнение не случайно, а целенаправленно сформировано. В качестве иллюстрации приведена вырезка из газеты Times со статьёй «Дети – это мило, но не экологично» [26]. В тексте говорится о том, сколько потребляет ресурсов и как загрязняет окружающую среду каждый новый ребёнок. Всё это приводит к тому, что так необходимо в жертвоприношении – жертва безропотно принимает свою судьбу.

Технически всё также готово к самому масштабному человеческому жертвоприношению в истории. Ядерное оружие было изобретено инженерами по заказу правящих «мировых элит» более 70 лет назад, затем повсеместно распространено и растиражировано ими же. Пальцы новоявленных жрецов уже занесены над красными кнопками пуска. Если общество в XXI в., как и тысячи лет назад, продолжает действовать по правилам ритуала, то шанс рукотворного Армагеддона весьма велик. Об этом говорят и сами представители «элит», то ли призывая опомниться, то ли подготавливая жертвы к ужасному концу.

«Надежда на мир иссякает. Возможность дальнейшей эскалации и кровопролития продолжает расти», – сказал глава ООН 6 февраля 2023 г. Он напомнил о том, что так называемые «Часы судного дня» – символический циферблат, созданный 76 лет назад учёными-ядерщиками, включая А. Эйнштейна, – сегодня показывают полторы минуты до полуночи, т. е. до саморазрушения человечества. Никогда, даже в годы Холодной войны, стрелка этих метафорических часов не была так близка к точке невозврата» [1].

Kids are cute but they're not really eco-friendly

One less baby helps the planet more than giving up meat, car

Having children is the most destructive thing a person can to do to the environment, according to a new study.

Researchers from Lund University in Sweden found having one fewer child per family can save "an average of 58.6 tonnes of CO_2-equivalent emissions per year".

Eating meat, driving a car and travelling by aeroplane made up the list of the most polluting things people can do to the planet.

But having children was top, according to the new study, published in the journal Environmental Research Letters.

"A US family who chooses to have one fewer child would provide the same level of emissions reductions as 684 teenagers who choose to adopt comprehensive recycling for the rest of their lives," it said.

Lead author Seth Wynes told The Local: "We found there are four actions that could result in substantial decreases in an individual's carbon footprint: eating a plant-based diet, avoiding air travel, living car free and having smaller families.

"For example, living car-free saves about 2.4 tonnes of CO_2 equivalent per year, while eating a plant-based diet saves 0.8 tonnes of CO_2 equivalent a year."

The paper, which studied analysed 39-peer reviewed journals studying the environmental policies of several major economies, found most governments focused on incremental changes which have "much smaller potential to reduce emissions".

Although governments focused on increasing recycling schemes and using energy efficient light bulbs, these methods were between four and eight times less effective than eating a plant-based diet.

Researchers found that avoiding one trans-Atlantic flight per year can save between 0.7 and 2.8 tonnes of CO_2 equivalent per year (depending on the distance travelled, amount of luggage on board and how many passengers on the flight) whereas recycling will typically only save 0.21 tonnes of CO_2 equivalent per year. This means recycling is 3–13 times less likely to save the planet than avoiding that extra flight. Carbon emissions must fall to two tonnes of CO_2 per person by 2050 to avoid severe global warming say researcher.

Caroline Mortimer

GOOD FOR THE EARTH	
Activity	CO_2 saved/year (tonnes)
Not having babies	58.6
Avoiding trans-Atlantic flights	2.8
Living car-free	2.4
Washing clothes in cold water	0.3
Upgrading light bulbs	0.1
Eating a plant-based diet	0.8

ПОЛЬЗА ДЛЯ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ	
Деятельность	CO_2, экономия в год (тонн)
Отсутствие детей	58,6
Отказ от трансатлантических рейсов	2,8
Жизнь без машин	2,4
Стирка одежды в холодной воде	0,3
Усовершенствование лампочек	0,1
Растительная диета	0,8

Дети – это мило, но не экологично

Отказ от рождения ещё одного ребёнка в семье поможет планете больше, чем отказ от употребления мяса и использования автомобиля

Новое исследование показало, что рождение детей – это самое разрушительное, что человек может сделать по отношению к окружающей среде.

Исследователи из Лундского университета в Швеции обнаружили, что уменьшение количества детей в семье хотя бы на одного ребёнка позволит сэкономить «в CO_2-эквиваленте примерно 58 тонн выбросов в год».

Употребление мяса, вождение автомобиля и путешествие на самолёте составили список самых загрязняющих действий, совершаемых людьми на планете.

Однако согласно упомянутому исследованию, опубликованному в журнале Environmental Research Letters, наличие детей заняло первое место в этом списке.

«Средняя американская семья, которая откажется от рождения ещё одного ребёнка, обеспечит такой же уровень сокращения выбросов, как и 684 подростка, которые решили заняться комплексной переработкой отходов до конца своей жизни», – говорится в научной работе.

Координатор исследования Сэт Вайнс рассказал The Local: «Мы обнаружили четыре шага, которые позволят существенно уменьшить углеродный след человека: употребление растительной пищи, отказ от авиаперелётов, жизнь без автомобиля и создание небольших семей».

«Например, отказ от автомобилей экономит в CO_2-эквиваленте около 2,4 тонны в год, в то время как соблюдение растительной диеты экономит в CO_2-эквиваленте 0,8 тонны в год».

В статье, где проанализированы 39 рецензируемых журналов, посвящённых экологической политике нескольких крупных стран, было показано, что большинство правительств сфокусировано на поэтапных изменениях, имеющих «гораздо меньший потенциал для сокращения выбросов».

Несмотря на то что правительства сосредоточились на расширении программ по утилизации отходов и использовании энергосберегающих лампочек, эти методы в 4–8 раз менее эффективны, чем соблюдение растительной диеты.

Учёные обнаружили, что отказ от одного трансатлантического рейса в год позволит сэкономить в CO_2-эквиваленте от 0,7 до 2,8 тонны в год (в зависимости от расстояния, количества багажа на борту и числа пассажиров на рейсе), тогда как утилизация обычно экономит в CO_2-эквиваленте только 0,21 тонны в год.

Это означает: вероятность того, что переработка отходов спасёт планету, в 3–13 раз ниже, чем отказ от дополнительного полёта. По словам исследователей, чтобы избежать серьёзного глобального потепления, к 2050 г. выбросы углерода должны сократиться до 2 тонн CO_2 на человека.

Кэролайн Мортимер

Альтернативы жертве: ритуал и инженерия

Когда речь заходит об оценке войны, то так или иначе возникает вопрос: следовало ли атакуемой стороне давать агрессивный отпор с оружием в руках? Часто ситуацию начинают разбирать, приводя аналогии бытового характера. Например, сравнивают с вооружённым вторжением в дом и нанесением вреда или с угрозами членам семьи. Тогда говорят, что абсолютно естественно защищать своё жилище и своих близких. Нет и не может быть никаких альтернатив. Но так ли это? Рационально ли оказывать сопротивление врагу, который заведомо сильнее тебя и который не имеет цели уничтожать тебя, а хочет, например, только ограбить? В иной формулировке – это вопрос «Кошелёк или жизнь?» Если описать ситуацию так, то окажется, что большинство людей предпочтут отдать кошелёк. При этом шанс быть убитым сохраняется, но и шанс на выживание существенно возрастает. Можно сделать вывод о рациональности такого выбора в случае, если выживание является высшей целью. Если же высшей целью выступает что-то иное – сохранение «чести» или «кошелька», то отдать кошелёк не является рациональным. Следовательно, рациональность выбора зависит от целей, в свете которых принимаются решения.

Человеческое жертвоприношение можно считать рациональным, если целью общества является сохранение и поддержание существующей иерархии либо установление новой иерархической системы в рамках социальной революции, переворота и др. Действительно, с точки зрения правящих групп или групп, претендующих на власть, такие цели могут оказаться первостепенными. Однако с точки зрения развития общества это не может быть так. Целью должно быть сохранение жизни популяции, улучшение качества жизни, установление справедливости в распределении производимых и потребляемых благ. Например, в Конституции США в качестве цели прописано: «Образовать более совершенный союз, установить правосудие, обеспечить внутреннее спокойствие и общую безопасность, способствовать общему благосостоянию и обеспечить благо свободы для нас самих и для нашего потомства» [27]. Цель, обозначенная в Конституции Российской Федерации, также весьма конкретна и не сопряжена напрямую с защитой интересов какой-либо элитарной группы. Она состоит в том, чтобы «обеспечить благополучие и процветание России» [28]. Эти цели выглядят разумными и, на первый взгляд, не привязанными к интересам какой-то одной группы людей. Всё же это не так. Просто группа людей чуть больше – не правящее сословие,

а отдельная страна, противопоставляющая свои интересы интересам всех других стран. В конце концов целью всё равно оказывается защита интересов сословия, управляющего этим государством. Просто настоящая цель спрятана за внешне гуманными и правильными формулировками.

Рациональность сама по себе не может быть панацеей против иррационалистических установок. Разум и рациональность – лишь инструмент. Как говорил Д. Юм, «Я ни в коей мере не вступлю в противоречие с разумом, если предпочту, чтобы весь мир был разрушен, тому, чтобы я поцарапал палец. Я не вступлю в противоречие с разумом и в том случае, если решусь безвозвратно погибнуть, чтобы предотвратить малейшую неприятность для какого-нибудь индийца или вообще совершенно незнакомого мне лица. Столь же мало окажусь я в противоречии с разумом и тогда, когда предпочту несомненно меньшее благо большему и буду чувствовать к первому более горячую привязанность, чем ко второму» [29]. Этот же автор справедливо утверждал: «Мы выражаемся неточно и не по-философски, когда говорим о борьбе между аффектами и разумом; разум есть и должен быть лишь рабом аффектов и не может претендовать на какую-либо другую должность, кроме служения и послушания им» [29].

Соглашаясь с английским мыслителем, мы должны бы прийти к выводу, что общество вообще никогда не было и не может быть рациональным в своих основах. Так или иначе в начале будет оказываться страсть, побуждающая к власти, выливающаяся в агрессию и разрушение, – то, что Ф. Ницше называл дионисийским началом культуры – «первобытный хаос и ужас, вакхический восторг, трепет опьянения и экстаза» [30]. Даже если это так и страсть составляет настоящую основу всего, что делается человеком и людьми, то сама деятельность всё же может носить рациональный характер. В этом ракурсе жертвоприношение также может быть понято как рациональное действие в духе философского пари Б. Паскаля[1]: если жертвоприношение не сработает, то отказ от него ничего не добавит и не убавит в отношении существующего положения дел; если жертвоприношение сработает, то отказ от него – это потеря выгоды. Зачем тогда отказываться от практики и соответствующей установки, укоренившейся не только в сознании людей, но и в бессознательном слое психики и в операционном пространстве, отлично зарекомендовавшей себя на протяжении всей истории человечества? Да и есть ли альтернативы?

Можно сказать, что большинство локальных цивилизаций – это цивилизации жертвоприношения, или сакрифициарные цивилизации (от лат. *sacrificium* – жертвоприношение). Сакрифициарность выступает основополагающим атрибутом любой из них. Однако внутри цивилизации (прежде всего, новоевропейской) постепенно зарождается нечто, выступающее альтернативой ритуалу, понимаемому как основной способ действенного преобразования реальности. Таким заменителем выступает инженерия. Как и жертвоприношение и любой другой ритуал, инженерия рациональна по форме. Она имеет свои структуры целеполагания и соответствующий инструментарий для достижения целей. Она опирается на научную картину мира так же, как ритуал опирается на религиозные представления. Различия, глядя формально, увидеть достаточно сложно. Однако они принципиальны.

Ритуал предполагает совершение определённого набора действий для достижения конкретного результата. То же самое делает и инженерия. Разница в специфике последовательностей. В ритуале последовательность как бы разорвана. Между действием и желаемым результатом в дело вступают сверхъестественные силы, и то, как они работают, для человека остаётся непостижимым. Естественно, для инженерии такой подход невозможен. Всякая технология, все механизмы и устройства, любой инженерный алгоритм должны выполнять чётко фиксированную и ясную функцию. Только это выступает гарантом результативности инженерии.

Пользуясь аналогией, можно сказать, что инженерия похожа на стандартный силлогизм типа «если А, то Б; если Б, то В. Следовательно, Б есть В». Например, «если идёт дождь, то необходимо взять зонт; если взять зонт, то не вымокнешь; я взял зонт, следовательно, я не намокну». Ритуал – это сокращённый силлогизм, или энтимема. В энтимеме пропущен один из аргументов. В приведённом примере это может быть аргумент о том, что зонт защищает от дождя. Убрав его, мы получим высказывание типа «если А, то В» – «если дождь, то не намокнешь». Так и преподнесена последовательность в ритуале. Если убить барана, то охота будет удачной. Пропущенный аргумент состоит в том, что богу охоты угодны жертвы, приносимые людьми в его честь. Однако ясно, что такие аргументы находятся за границами человеческого опыта в отличие от практически проверяемой способности того же зонта защитить от осадков. Значит, помимо формальной разницы между ритуалом и инженерией существует несходство содержательное, состоящее в практической верифицируемости (проверяемости) эффективности всех действий в своей последовательности.

Поэтому инженерия на достаточно высоком уровне своего научного развития оказывается более надёжным, осязаемым и предсказуемым инструментом активной трансформации реальности, чем ритуал, опирающийся на сверхъестественные и потусторонние силы. Гарантиро-

[1] Пари Паскаля – практический аргумент для веры в Бога, сформулированный Б. Паскалем, французским религиозным философом, математиком и физиком. В своих «Мыслях» (1657–1658) он предложил следующий аргумент для демонстрации рациональности христианской веры:

- если Бог не существует, то атеист мало что теряет, веруя в него, и, соответственно, немногое приобретает, не веруя в него;
- если же Бог существует, то атеист приобретает вечную жизнь, уверовав в него, и теряет бесконечное благо, не веруя.

«Взвесим наш возможный выигрыш или проигрыш, если вы поставите на орла, т. е. на Бога. Сопоставим тот и другой: выиграв, вы выиграете всё, проиграв, не потеряете ничего. Ставьте же, не колеблясь, на Бога!

Чем вы рискуете, сделав такой выбор? Вы станете верным, честным, смиренным, благодарным, творящим добро человеком, способным к искренней, истинной дружбе. Да, разумеется, для вас будут заказаны низменные наслаждения – слава, сладострастие, но разве вы ничего не получите взамен? Говорю вам, вы много выиграете даже в этой жизни, и с каждым шагом по избранному пути всё несомненнее будет для вас выигрыш и всё ничтожнее то, против чего вы поставили на несомненное и бесконечное, ничем при этом не пожертвовав» [31].

ванная эффективность всех алгоритмов в цепочке действий даёт высочайшую вероятность достижения поставленной цели. В то же время невозможность опытным путём проверить эффективность наиболее существенных алгоритмов ритуала не позволяет быть уверенным в его результативности. В итоге бубен шамана и курение благовоний вызывают дождь с условной вероятностью «50 на 50» – «пойдёт / не пойдёт», которая к научной и инженерной вероятности, как и любое другое гадание на кофейной гуще, на самом деле не имеет никакого отношения. Тем не менее люди продолжают верить в ритуалы и пользоваться ими.

Ещё одно отличие ритуала от инженерии состоит в том, что цель ритуала и цель субъекта (жреца), который его исполняет, совпадают. Жрец должен получить результат. От этого зависит как минимум его авторитет и благосостояние. Таким образом, ритуал персонифицирует цель. Инженерия же имеет практическую и обезличенную цель, так как она достигается не за счёт выразительности танца шамана и глубины транса, в который он вошёл, а за счёт устройств и механизмов, которые хотя и созданы человеком, но в моменте своей работы уже обособлены от своего творца. Инженерия работает по законам физики реального, а не виртуального мира, для которого закон не писан: как захочет шаман, по таким законам и будет работать этот придуманный людьми, а не созданный Богом и познаваемый человеком мир. В этом ещё одна сторона демократичности инженерии по сравнению с элитарностью ритуала. Тем не менее в современном обществе, заявляющем о себе как о демократическом, ритуал сохраняет притягательность и ценится даже больше, чем инженерные решения, ставшие частью повседневности и выполняющие вспомогательные функции.

Привлекательность ритуала на фоне инженерии имеет множество объяснений. Ритуал – более простой, по-видимому, способ, имеющий глубокие корни в традиции, а значит, освящённый ею и ею подтверждаемый в качестве действенного. Ритуал может обещать достижение предельных целей, таких как бессмертие, мировое господство, бесконечное богатство и др. Наконец, ритуал в большей степени, чем инженерия, подходит для выполнения функции закрепления и сохранения господства одних общественных классов над другими.

В отличие от ритуала инженерия имеет своими последствием и функцией не сохранение и укрепление господства одних социальных классов над другими, а, наоборот, сокращение неравенства в обществе. Это происходит по двум основным причинам – общепонятность и общедоступность. Во-первых, как было показано, инженерия требует ясности и проверяемости всех действий в принимаемых и используемых для достижения целей чётких и однозначных последовательностей таких действий. Это означает прозрачность и общедоступность инженерии в противоположность закрытости, эзотеричности ритуала. Во-вторых, будучи понятным и общедоступным способом трансформации реальности, инженерия и её плоды могут использоваться всеми без ограничений по статусу.

Ритуал был придуман управляющими первобытным обществом жрецами. Ими и их потомками, вплоть до современных «элит», он поддерживался на протяжении тысячелетий человеческой истории. Они не знают и не хотят другого, более действенного инструмента работы с реальностью. По этим и иным причинам ритуал был, есть и ещё некоторое время будет господствующим способом действенного трансформирования реальности. И если таковая реальность столкнётся с кризисами, то в ход пойдут самые мощные ритуалы, нацеленные на преодоление кризисов. В числе таких ритуалов – человеческое жертвоприношение.

Цивилизация будущего: сакрифициарная или инженерная?

Многое из того, что за последнее время стало известно о европейских и американских «элитах», косвенно подтверждает распространенность в их кругах неких оккультных представлений и практик. Начиная с обвинений в педофилии в адрес М. Джексона и заканчивая созданной Дж. Эпштейном глобальной сети торговли людьми, включая поставки детей – сексуальных рабов для миллиардеров, президентов и членов королевских семей. Вероятно, что люди, управляющие миром, придерживаются каких-то своих, только их кругу присущих, нравственных принципов. Вероятно, есть среди них и сатанисты, приносящие в жертву младенцев. Всё это невозможно доказать. Но доказывать это и не требуется.

Предыдущее рассмотрение показывает, что ритуал и человеческое жертвоприношение как одна из наиболее мощных его форм были и остаются инструментом утверждения и сохранения господства одних людей над другими, закрепляемого в общественном строе. Даже самые демократические страны публично прибегают к ритуалу в виде выборов, референдумов, судов, митингов и др. Если же используются одни формы ритуалов, то нет никаких оснований считать, что не будут применены и другие. И если в конце первой четверти XXI в. человечество начало переживать очередную глобальную метаморфозу, то, как и раньше, следует ожидать, что эта трансформация будет сопровождаться глобальными жертвоприношениями. Вероятно, они уже начались в форме пандемий и большой войны в Европе. Вероятно, как этого и ожидали самые ярые ненавистники всего, что исходит от Т. Мальтуса, Римского клуба и Давосского форума, в результате этих процессов погибнет (будет принесено в жертву) большая часть человечества.

По сути, у современного (капиталистического) мироустройства нет иного пути самосохранения, кроме совершения самого массового за всю историю человеческого жертвоприношения. Наличие на планете более 8 млрд людей ставит под угрозу господство «элит», так как они оказываются не в состоянии, сохраняя свою власть и богатство, обеспечивать высокий уровень существования такой огромной человеческой массы. Если же они не будут этого делать, то данная критическая масса может смести их. Кроме того, капитализму в эпоху автоматизации не нужно столько рабочих рук, а тем более ртов. И, наконец, сохранение капиталистического способа производства и распределения при такой плотности жителей может очень скоро привести к тому, что наша планета вообще окажется непригодной ни для кого – ни для «элит», ни для других человеческих масс. Жертвоприношение, скажем, 7 млрд человек решило бы всё. Такие планы и такая возможность, как видно из всего предшествовавшего рассмотрения, закономерны с точки зрения исторического опыта и традиционных практик, начиная от потлача и заканчивая Первой и Второй мировыми войнами. Возможен ли иной исход?

Так как у земной человеческой цивилизации есть всего один способ деятельностной трансформации реальности, который может быть хоть как-то сопоставлен с ритуалом, то и альтернатива ритуалу может быть лишь одна – инженерия и установление инженерной цивилизации.

Инженерная цивилизация не будет приносить жертв ради достижения цели потому, что сама цель инженерии носит практический и обезличенный характер. Только такая цель может стать всеобщей и по-новому объединить людей, открыв для них новые возможности.

Высшая индивидуальная цель – это индивидуальное счастье. Высшая общая цель – общее счастье. Такая цель может быть лишь обезличенной, а следовательно, она достижима лишь на пути инженерии без каких-либо претендующих на особые лавры и проценты от прибыли жрецов, в данном случае – властных «элит».

Политические программы инженерной цивилизации станут абсолютно прозрачны, так как ни один аргумент в них не окажется пропущенным и каждый аргумент сможет быть проверен практически с точки зрения его эффективности. Больше не будет речи об абстрактной свободе, господстве, справедливости и тому подобном. Зато будет идти речь о новых технологиях ведения сельского хозяйства, новой энергетике, новом транспорте, новой урбанистике и, наконец, о принципиально новом неракетном пути индустриализации ближнего космоса.

Экономика инженерной цивилизации не станет походить на магию с нагромождением сложных процентов, фьючерсов, хитросплетений кредитно-банковской системы и фондовых рынков. Экономика будет основана на инженерном производстве – абсолютно прозрачно и предсказуемо.

Культура инженерной цивилизации, созданной тысячами предшествующих поколений безымянных инженеров (пусть и не закончивших университеты, учреждённые «элитами»), начиная от изобретателя костра, вновь будет ориентирована на простые и понятные цивилизационные ценности: счастливая семья, интересная работа, созидательное творчество, Живая Природа в самом высшем её проявлении – биосфера планеты, вскормившая и вырастившая нашу земную человеческую цивилизацию. Эти ценности в сакрифициарной цивилизации были заменены на абстракции, вроде богатства и успеха, потому что в самой сути цивилизационной жертвы заключено не производство, а обмен. Жертвоприношение – это обмен, и для него нужны такие ценности, которые могут быть предметом обмена.

Для становления инженерной цивилизации в первой четверти XXI в. всё подготовлено. Инженерия более не уступает ритуалу ни в одном из того, в чём уступала большую часть времени существования человечества как общепланетарного инженерного социума. Инженерия помогает бороться с засухой и многократно увеличивать урожай, даёт возможность перемещаться со скоростью звука и передавать информацию со скоростью света, может излечивать от недугов и продлевать жизнь, позволяет слышать голоса давно умерших и заглядывать в прошлое далёких галактик. Единственное, что инженерия не делает так же хорошо, как ритуал, – не служит порабощению и власти одних над другими: созданный инженером самолёт не является рабом пилота, как и пилот – рабом самолёта. Зато пилот может стать чьим-то рабом, в том числе с помощью самолёта, являющегося чьей-то собственностью. Впрочем, инженерии это и не нужно. Она не нацелена на то, чтобы отнимать и ограничивать. Она претендует на гораздо большее. Она готова дать каждому столько, сколько ему нужно.

Инженерная цивилизация по-новому пересоберёт наш человеческий мир. Она создаст биосферные формы расселения, безопасные и экологичные транспортные системы, биоэкоэнергетику, экопромышленность, органическое сельское хозяйство, способные прокормить, одеть и обуть 10-миллиардное человечество, обеспечив при этом глобальную, а не региональную и страновую безопасность – инфраструктурную, транспортную, энергетическую, продовольственную, демографическую, экологическую, социально-политическую и ещё десяток других цивилизационных безопасностей.

Инженерия позволит людям вынести в космос все вредные для земной Живой Природы производства, раз и навсегда решив рукотворные экологические проблемы, разделив в пространстве двух антагонистов: биосферу и техносферу. Люди смогут открывать новые планеты и путешествовать в другие галактики. На Земле же, в нашей цивилизационной колыбели, не будет никаких ограничений по количеству населения, не будет недостатка в продуктах и территориях, не станет причин для войн и больше не нужны будут никакие жертвы – ни человеческие, ни природные.

Заключение

Перечисленные и иные глобальные проблемы, среди которых ограниченность земных ресурсов, глобальное потепление, подъём уровня океана, не являются на самом деле определяющими для будущего человечества. Значительно большую цивилизационную опасность представляют собой не инженерные достижения, а порождённая «элитами» самая страшная социальная «технология»: человеческое жертвоприношение, опирающееся на языческие ритуалы, сверхъестественные и потусторонние силы. Всё это было порождено цивилизацией по той простой причине, что наша человеческая цивилизация – именно инженерная («техногенная», «технократическая», «индустриальная»), но управляется она, к сожалению, не инженерами, её создавшими, а псевдоэлитами, новоявленными жрецами, – ради собственной наживы и сохранения своей власти. Решить глобальные проблемы современности способны только инженеры, а не «элиты» – эта раковая опухоль в цивилизационном организме. Даже одна раковая клетка среди триллионов здоровых в человеческом организме ощущает себя элитой и для своей выгоды начинает управлять ещё здоровыми клетками и органами, пока, дав метастазы, не убивает весь организм и сама не умирает. Сейчас наша инженерная цивилизация пронизана метастазами от управляющих ею «мировых элит», но она ещё жива и её можно и нужно излечить. Методы лечения от рака известны, их также создали инженеры.

У тех же дельфинов нет инженерии и порождённых ею науки, техники, технологий, искусств, образования, здравоохранения, урбанизированной среды, социумов, политики и многого чего другого, потому что эта цивилизация – не инженерная, а чисто животная, пусть и высокоорганизованная. Как, впрочем, у них нет и управляющих элит, и нет проблем, ими порождённых.

Список основных источников

1. *В ООН предупреждают: ядерная угроза достигла самого высокого уровня с момента окончания холодной войны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://news.un.org/ru/story/2023/03/1438242. – Дата доступа: 06.09.2023.*
2. *Токарев, С.А. О жертвоприношениях [Электронный ресурс] / С.А. Токарев. – Режим доступа: http://annales.info/other/small/tokarev.htm. – Дата доступа: 04.07.2023.*
3. *Батай, Ж. Теория религии [Электронный ресурс] / Ж. Батай. – Режим доступа: https://religa.narod.ru/biblio/bataille.htm. – Дата доступа: 06.07.2023.*
4. *Борисов, С.Н. Генеалогия насилия: жертвоприношение как архетип терроризма [Электронный ресурс] / С.Н. Борисов, А.В. Артюх. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/genealogiya-nasiliya-zhertvo-prinoshenie-kak-arhetip-terrorizma. – Дата доступа: 11.07.2023.*
5. *Батай, Ж. Проклятая часть [Электронный ресурс] / Ж. Батай. – Режим доступа: https://library.khpg.org/files/docs/1328602703.pdf. – Дата доступа: 06.07.2023.*
6. *Фрейд, З. Тотем и табу [Электронный ресурс] / З. Фрейд. – Режим доступа: https://mir-knigi.com/files/9/1/5/7/pdf-9157.pdf. – Дата доступа: 07.07.2023.*
7. *Эрлих, С. О жертве [Электронный ресурс] / С. Эрлих. – Режим доступа: https://magazines.gorky.media/novyi_mi/2011/12/svoevremennost-zhertvy.html. – Дата доступа: 07.07.2023.*
8. *Человеческие жертвоприношения назвали ключевым этапом в появлении цивилизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://naked-science.ru/article/sci/chelovecheskie-zhertvoprinoshe. – Дата доступа: 07.07.2023.*
9. *Ивик, О. История человеческих жертвоприношений [Электронный ресурс] / О. Ивик. – Режим доступа: https://4italka.su/nauka_obrazovanie/istoriya/236068/fulltext.htm. – Дата доступа: 08.07.2023.*
10. *Ницше, Ф. Весёлая наука [Электронный ресурс] / Ф. Ницше. – Режим доступа: https://litlife.club/books/212910/read?page=1. – Дата доступа: 08.07.2023.*
11. *Partyka, N. Capitalism as a Form of Human Sacrifice: The Comedy of Innocence and the Comedy of Guilt [Electronic resource] / N. Partyka. – Mode of access: https://www.hamptonthink.org/read/capitalism-as-a-form-of-human-sacrifice-the-comedy-of-innocence-and-the-comedy-of-guilt. – Date of access: 11.07.2023.*
12. *Энгельс, Ф. Манифест Коммунистической партии [Электронный ресурс] / Ф. Энгельс, К. Маркс. – Режим доступа: https://socialist.news/pic/truestory/marx-permanent-revolution/communist-manifesto.pdf. – Дата доступа: 08.07.2023.*
13. *Катасонов, В. Инклюзивный капитализм как главная идея великой перезагрузки [Электронный ресурс] / В. Катасонов. – Режим доступа: https://tsargrad.tv/articles/inkljuzivnyj-kapitalizm-kak-glavnaja-ideja-velikoj-perezagruzki_354889. – Дата доступа: 06.09.2023.*
14. *Ильченко, А.С. Ритуальное поведение и мифологическое сознание в современном мире [Электронный ресурс] / А.С. Ильченко. – Режим доступа: http://anthropology.ru/ru/text/ilchenko/ritualnoe-povedenie-i-mifologicheskoe-soznanie-v-sovremennom-mire. – Дата доступа: 11.07.2023.*
15. *Овруцкий, А.В. Потребление: философские аспекты правового регулирования [Электронный ресурс] / А.В. Овруцкий. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/potreblenie-filosofskie-aspekty-pravovogo-regulirovaniya. – Дата доступа: 11.07.2023.*
16. *Бодрийяр, Ж. В тени молчаливого большинства, или Конец социального [Электронный ресурс] / Ж. Бодрийяр. – Режим доступа: https://litlife.club/books/47909/read. – Дата доступа: 12.07.2023.*
17. *Маклюэн, М. Понимание медиа: внешние расширения человека [Электронный ресурс] / М. Маклюэн. – Режим доступа: http://yanko.lib.ru/books/media/mcluhan-understanding_media.pdf. – Дата доступа: 12.07.2023.*
18. *Did I Say That? [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2009/jun/21/quotes-by-prince-philip. – Date of access: 09.06.2023.*
19. *Речь рейхсканцлера А. Гитлера в Рейхстаге 1 сентября 1939 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.doc20vek.ru/node/1347. – Дата доступа: 12.07.2023.*
20. *Выступление И.В. Сталина по поводу окончания Великой Отечественной войны 9 мая 1945 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://shorturl.at/abdL3. – Дата доступа: 12.07.2023.*
21. *Выступление И.В. Сталина на приёме в Кремле в честь командующих войсками Красной Армии, 24 мая 1945 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.1000dokumente.de/index.html?c=dokument_ru&dokument=0028_toa&object=translation&l=ru. – Дата доступа: 12.07.2023.*
22. *Schwab, K. COVID-19: The Great Reset [Electronic resource] / K. Schwab, T. Malleret. – Mode of access: http://reparti.free.fr/schwab2020.pdf. – Date of access: 20.04.2021.*
23. *The Limits to Growth / D.H. Meadows [et al.]. – New York: Universe Books, 1972. – 205 p.*
24. *Мальтус, Т.Р. Опыт о законе народонаселения [Электронный ресурс] / Т.Р. Мальтус. – Режим доступа: clck.ru/34iPqx. – Дата доступа: 07.06.2023.*
25. *Nater, O. UN Survey Shows Overpopulation Concerns Are Widespread [Electronic resource] / O. Nater. – Mode of access: https://populationconnection.org/blog/un-survey-shows-overpopulation-concerns-are-widespread/. – Date of access: 14.07.2023.*
26. *Mortimer, C. Kids Are Cute but They Are Not Eco-Friendly [Electronic resource] / C. Mortimer. – Mode of access: https://www.slowrobot.com/wp-content/uploads/sites/67/2021/11/35fa6dbc-5b96-4f62-b70d-606fbbf1a21d-23814.jpg. – Date of access: 14.07.2023.*
27. *Конституция США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D1%83%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%A1%D0%A8%D0%90. – Дата доступа: 14.07.2023.*
28. *Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.constitution.ru/. – Дата доступа: 14.07.2023.*
29. *Юм, Д. Трактат о человеческой природе [Электронный ресурс] / Д. Юм. – Режим доступа: https://litmir.club/br/?b=180290&p. – Дата доступа: 15.07.2023.*
30. *Аполлоническое и дионисийское [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/86/%D0%90%D0%9F%D0%9E%D0%9B%D0%9B%D0%9E%D0%9D%D0%98%D0%A7%D0%95%D0%A1%D0%9A%D0%9E%D0%95. – Дата доступа: 15.07.2023.*
31. *Пари Паскаля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://azbyka.ru/pari-paskalya. – Дата доступа: 16.07.2023.*

УДК 004.94+629.78

Создание математической модели общепланетарного транспортного средства на основе метода конечных элементов

А.Э. Юницкий[1,2]
доктор философии транспорта

А.Р. Покульницкий[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Описаны подходы к разработке программного комплекса, предназначенного для математического моделирования поведения общепланетарного транспортного средства (ОТС) с помощью универсальных расчётных элементов. В основу положен метод конечных элементов. Рассмотрен процесс создания балочного конечного элемента, подходящего для характеристики поведения ОТС. Учтены нелинейности летательного аппарата, обусловленные его сложной геометрией, нерегулярной структурой и особенностями нагружения. Приведены библиотеки, которые применялись для реализации программного комплекса, аргументировано их использование исходя из модульности продукта и отдельных функций каждого модуля. Осуществлена верификация конечного элемента на основе базовых задач механики и представлено последующее сравнение с альтернативными вариантами решения. Выполнена апробация элемента на задачах Струнного транспорта Юницкого (ЮСТ) ввиду схожести их нелинейности, а также достаточного количества экспериментальных данных для оценки точности, устойчивости и сходимости разработанного конечного элемента.

Ключевые слова:
балочный конечный элемент, математическая модель общепланетарного транспортного средства (ОТС), метод конечных элементов, метод Ньютона – Рафсона, элемент Эйлера – Бернулли, язык программирования Python.

UDC 004.94+629.78

Creation of the Mathematical Model of the General Planetary Vehicle on the Basis of the Method of Final Elements

A. Unitsky[1,2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

A. Pakulnitski[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

The authors describe approaches to the development of a software complex designed for mathematical modelling of the General Planetary Vehicle (GPV) behavior with the help of common calculation elements. Such approaches are based on the finite element method. There is a review of the process of creation of a beam-type finite element that can be used for the GPV behavior description. The aircraft nonlinearities arising from its complex geometry, irregular structure and loading features are considered. The article presents the libraries which were used in the course of the software complex designing, as well as the justification of their use according to the modularity of the product and individual functions of each module. Verification of the finite element based on the core issues of mechanics and further comparison with the alternative solutions have been performed. The element has been tested on tasks of the Unitsky String Transport (uST) due to the similarity of their nonlinearity as well as sufficient experimental data to assess the accuracy, stability and convergence of the developed finite element.

Keywords:
beam-type finite element, Euler-Bernoulli element, finite element method, mathematical model of the General Planetary Vehicle (GPV), Newton-Raphson method, Python programming language.

Введение

Создание математической модели общепланетарного транспортного средства (ОТС) [1–3] – основополагающий этап при выполнении реальных инженерных расчётов в данной области. С учётом сложности конструкции, большой длины (40 076 км), огромной массы (до 40 млн тонн), высокой скорости движения ленточных маховиков (до 12 км/с) и различных режимов работы летательного аппарата, а также ввиду невозможности проведения целого ряда натурных испытаний математическое моделирование ускоряет работу, экономит ресурсы и обеспечивает вариативность решений такого рода прикладных задач. В частности, оно позволяет описывать режимы работы и процессы, происходящие с ОТС на стадии взлёта, функционирования на экваториальной орбите и во время посадки, а также прогнозировать нештатные ситуации, которые могут возникнуть во время эксплуатации, и планировать возможные пути их недопущения.

В [1, 3] изложен аналитический метод получения кинематических характеристик движения ОТС, рассмотрены вопросы, связанные с затратой энергии при его выведении на орбиту и эксплуатации. Настоящее исследование описывает процесс создания программного комплекса, предназначенного для математического моделирования поведения ОТС посредством применения универсальных расчётных элементов балочного типа.

В основу разработки положен метод конечных элементов как один из наиболее распространённых численных методов, которые используются для инженерных задач, включающих системы со сложной геометрией или нерегулярной структурой. Это связано с тем, что данный метод не имеет существенных ограничений в геометрии исследуемых тел и способах приложения нагрузок, значит, может считаться довольно универсальным механизмом, позволяющим решать задачи из разных областей, однако требующим определённых вычислительных мощностей.

Стоит отметить, что метод конечных элементов, как и любой другой численный метод, является приближённым, соответственно, актуальными для него представляются задачи точности, устойчивости и сходимости. Метод неоднократно апробирован на различных видах практических задач, и в настоящий момент многие коммерческие продукты базируются именно на нём. Однако, несмотря на значительный объём накопленных знаний, существующие разработки не дают возможности выполнить моделирование рассматриваемой конструкции с учётом заданных нагрузок и граничных условий. В связи с этим возникла потребность в отдельном продукте, который позволил бы создавать необходимые модели и расчётные схемы, оптимизировать расчётное время, мощностные затраты, а также решать задачи масштабирования и преемственности.

Основные подходы к моделированию программного комплекса

Моделирование механических процессов, связанных с функционированием ОТС, затрагивает значительное количество областей, среди которых можно выделить задачи механики твёрдого тела, гидрогазодинамики и электромагнетизма. Основные этапы проведённой работы сосредоточены на создании конечного элемента для решения задач механики твёрдого тела, что способствует достижению ряда целей:

- подобрать жёсткостно-массовые и жёсткостно-демпфирующие характеристики элементов конструкции ОТС;
- определить собственные частоты колебаний ОТС;
- провести гармонический анализ и анализ, связанный со случайной вибрацией;
- выполнить анализ напряжённо-деформированного состояния.

Следует отметить, что реальные инженерные системы рассматриваются как линейные только в ограниченном круге задач. Несмотря на допустимость линейных расчётов, большие габариты и масштабы конструкции ОТС, превышающей размеры Земли, вносят в процесс моделирования ряд нелинейностей. Влияние также оказывают:

- неравномерная тяга линейных электродвигателей по длине ОТС;
- неравномерный КПД линейных электродвигателей по длине ОТС и его изменение во времени (разгон и торможение ленточных маховиков, в том числе в зависимости от скорости их движения в диапазоне 0–12 км/с);
- неравномерность массы по длине ОТС (прежде всего из-за неравномерного размещения пассажиров и грузов);
- начальные геометрические отклонения от идеальной окружности (повторение формы геоида на океанических участках и крупного рельефа местности на суше и при пересечении гор);
- неравномерность гравитационного поля планеты (рисунок 1);
- нелинейности сил магнитов в магнитной подвеске линейных роторов (маховиков);
- иное.

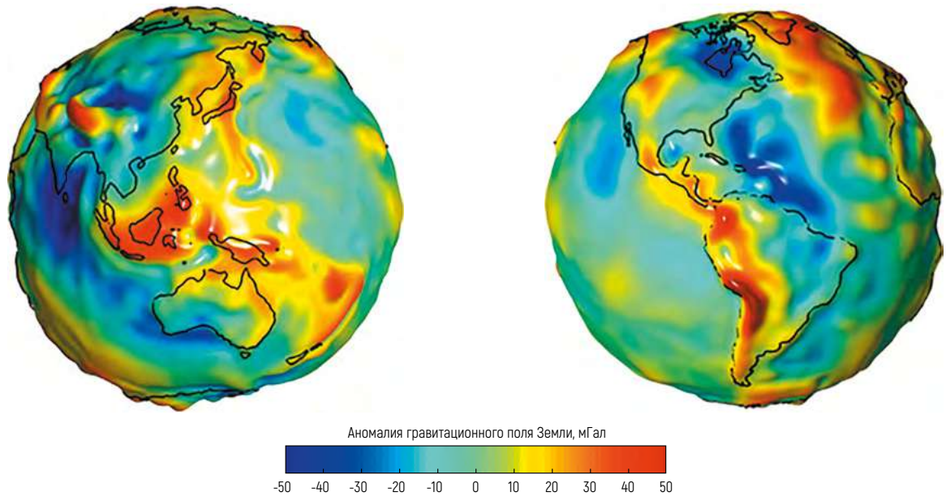


Рисунок 1 – Карта аномалий гравитационного поля Земли

В основу разрабатываемого программного комплекса положен балочный элемент Эйлера – Бернулли [4], внешний вид которого представлен на рисунке 2. Данный элемент описывает линейное поведение, однако с учётом приведённых выше нелинейностей в математическую модель добавлены эффекты деформации более высокого порядка малости и геометрическая жёсткость. В зависимости от применяемых подходов к описанию уравнений и их решению создаваемый элемент универсален и позволяет моделировать задачи как статики, так и динамики.

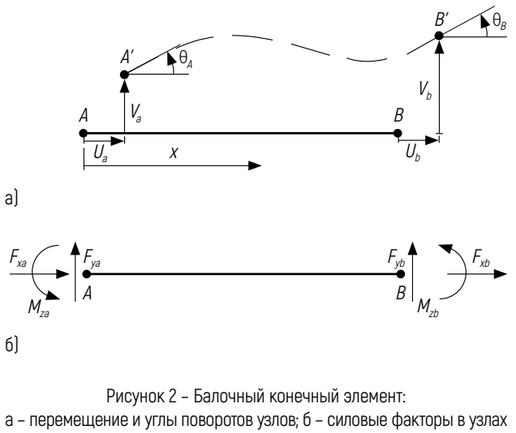


Рисунок 2 – Балочный конечный элемент:
а – перемещение и углы поворотов узлов; б – силовые факторы в узлах

При решении задач статики уравнение, описывающее поведение элемента, соответствует инкрементальному уравнению равновесия, которое учитывает эффекты деформации более высокого порядка малости:

$$([K_e] + [K_g] + [S_1] + [S_2] + [S_3])\{u\} = \{f^{second\ station}\} - \{f^{first\ station}\}, \quad (1)$$

где $[K_e]$ – матрица линейной жёсткости;

$[K_g]$ – матрица геометрической жёсткости;

$[S_1]$, $[S_2]$, $[S_3]$ – матрицы, позволяющие учесть в элементе эффекты деформации более высокого порядка малости.

В свою очередь, матрицы получены в следующем виде:

$$K_e = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} & 0 & -\frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} & 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \\ -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} & 0 & \frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} & 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$K_g = \begin{bmatrix} \frac{F_{xb}}{L} & 0 & -\frac{M_{za}}{L} & -\frac{F_{xb}}{L} & 0 & -\frac{M_{zb}}{L} \\ 0 & \frac{6F_{xb}}{5L} + \frac{12IF_{xb}}{AL^3} & \frac{F_{xb}}{10} + \frac{6IF_{xb}}{AL^2} & 0 & -\frac{6F_{xb}}{5L} - \frac{12IF_{xb}}{AL^3} & \frac{F_{xb}}{10} + \frac{6IF_{xb}}{AL^2} \\ \frac{M_{za}}{L} & -\frac{F_{xb}}{10} - \frac{6IF_{xb}}{AL^2} & \frac{2LF_{xb}}{15} + \frac{4IF_{xb}}{AL} & \frac{M_{za}}{L} & -\frac{F_{xb}}{10} - \frac{6IF_{xb}}{AL^2} & -\frac{LF_{xb}}{30} + \frac{2IF_{xb}}{AL} \\ -\frac{F_{xb}}{L} & 0 & \frac{M_{za}}{L} & \frac{F_{xb}}{L} & 0 & \frac{M_{zb}}{L} \\ 0 & -\frac{6F_{xb}}{5L} - \frac{12IF_{xb}}{AL^3} & -\frac{F_{xb}}{10} - \frac{6IF_{xb}}{AL^2} & 0 & \frac{6F_{xb}}{5L} + \frac{12IF_{xb}}{AL^3} & -\frac{F_{xb}}{10} - \frac{6IF_{xb}}{AL^2} \\ -\frac{M_{zb}}{L} & \frac{F_{xb}}{10} + \frac{6IF_{xb}}{AL^2} & -\frac{LF_{xb}}{30} + \frac{2IF_{xb}}{AL} & -\frac{M_{zb}}{L} & \frac{F_{xb}}{10} + \frac{6IF_{xb}}{AL^2} & \frac{2LF_{xb}}{15} + \frac{4IF_{xb}}{AL} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$S_1 = \begin{Bmatrix} F_{xan} \\ F_{yan} \\ M_{zan} \\ F_{xbn} \\ F_{ybn} \\ M_{zbn} \end{Bmatrix}, \quad (4)$$

$$S_2 = \begin{bmatrix} \frac{F_{xbl}}{L} & 0 & -\frac{M_{zal}}{L} & -\frac{F_{xbl}}{L} & 0 & -\frac{M_{zbl}}{L} \\ 0 & \frac{6F_{xbl}}{5L} + \frac{12IF_{xbl}}{AL^3} & \frac{F_{xbl}}{10} + \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & 0 & -\frac{6F_{xbl}}{5L} - \frac{12IF_{xbl}}{AL^3} & \frac{F_{xbl}}{10} + \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} \\ \frac{M_{zal}}{L} & -\frac{F_{xbl}}{10} - \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & \frac{2LF_{xbl}}{15} + \frac{4IF_{xbl}}{AL} & \frac{M_{zal}}{L} & -\frac{F_{xbl}}{10} - \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & -\frac{LF_{xbl}}{30} + \frac{2IF_{xbl}}{AL} \\ -\frac{F_{xbl}}{L} & 0 & \frac{M_{zal}}{L} & \frac{F_{xbl}}{L} & 0 & \frac{M_{zbl}}{L} \\ 0 & -\frac{6F_{xbl}}{5L} - \frac{12IF_{xbl}}{AL^3} & -\frac{F_{xbl}}{10} - \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & 0 & \frac{6F_{xbl}}{5L} + \frac{12IF_{xbl}}{AL^3} & -\frac{F_{xbl}}{10} - \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} \\ -\frac{M_{zbl}}{L} & \frac{F_{xbl}}{10} + \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & -\frac{LF_{xbl}}{30} + \frac{2IF_{xbl}}{AL} & -\frac{M_{zbl}}{L} & \frac{F_{xbl}}{10} + \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & \frac{2LF_{xbl}}{15} + \frac{4IF_{xbl}}{AL} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

$$S_3 = \begin{bmatrix} \frac{F_{xbl}}{L} & 0 & -\frac{M_{zal}}{L} & -\frac{F_{xbl}}{L} & 0 & -\frac{M_{zbl}}{L} \\ 0 & \frac{6F_{xbl}}{5L} + \frac{12IF_{xbl}}{AL^3} & \frac{F_{xbl}}{10} + \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & 0 & -\frac{6F_{xbl}}{5L} - \frac{12IF_{xbl}}{AL^3} & \frac{F_{xbl}}{10} + \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} \\ \frac{M_{zal}}{L} & -\frac{F_{xbl}}{10} - \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & \frac{2LF_{xbl}}{15} + \frac{4IF_{xbl}}{AL} & \frac{M_{zal}}{L} & -\frac{F_{xbl}}{10} - \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & -\frac{LF_{xbl}}{30} + \frac{2IF_{xbl}}{AL} \\ -\frac{F_{xbl}}{L} & 0 & \frac{M_{zal}}{L} & \frac{F_{xbl}}{L} & 0 & \frac{M_{zbl}}{L} \\ 0 & -\frac{6F_{xbl}}{5L} - \frac{12IF_{xbl}}{AL^3} & -\frac{F_{xbl}}{10} - \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & 0 & \frac{6F_{xbl}}{5L} + \frac{12IF_{xbl}}{AL^3} & -\frac{F_{xbl}}{10} - \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} \\ -\frac{M_{zbl}}{L} & \frac{F_{xbl}}{10} + \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & -\frac{LF_{xbl}}{30} + \frac{2IF_{xbl}}{AL} & -\frac{M_{zbl}}{L} & \frac{F_{xbl}}{10} + \frac{6IF_{xbl}}{AL^2} & \frac{2LF_{xbl}}{15} + \frac{4IF_{xbl}}{AL} \end{bmatrix}, \quad (6)$$

где E – модуль упругости;

A – площадь поперечного сечения;

L – длина элемента;

I – момент инерции;

F_{xan}, F_{yan}, F_{xbn}, F_{ybn}, F_{xal}, F_{yal}, F_{xbl}, F_{ybl}, M_{zal}, M_{zbl}, M_{zan}, M_{zbn} – компоненты сил и моментов, входящие в состав матриц (2)–(6) (описаны в (7), (8));

индексы a и b – приложение нагрузки в узле a или b (рисунок 2); x, y, z – оси координат; n и l – нелинейные и линейные компоненты сил.

$$\begin{aligned} F_{xal} &= -EA\frac{u_b - u_a}{L}, \\ F_{yal} &= \frac{EI}{L^3}(12v_a + 6\theta_a L - 12v_b + 6\theta_b L), \\ M_{zal} &= \frac{EI}{L^2}(6v_a + 4\theta_a L - 6v_b + 2\theta_b L), \\ F_{xbl} &= -F_{xal}, \\ F_{ybl} &= -F_{yal}, \\ M_{zbl} &= \frac{EI}{L^2}(6v_a + 2\theta_a L - 6v_b + 4\theta_b L), \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} F_{xan} = &-\frac{1}{2}EA\left(\frac{u_b - u_a}{L}\right)^2 - \frac{EA}{2L^2}\left(\frac{6}{5}v_a^2 + \frac{2}{15}\theta_a^2L^2 + \frac{6}{5}v_b^2 + \frac{2}{15}\theta_b^2L^2 + \right. \\ &+ \frac{1}{5}v_a\theta_a L - \frac{12}{5}v_av_b + \frac{1}{5}v_a\theta_b L - \frac{1}{5}v_b\theta_a L - \frac{1}{15}\theta_a\theta_b L^2 - \frac{1}{15}v_b\theta_b L\Big) - \\ &- \frac{2EI}{L^4}(3v_a^2 + \theta_a^2L^2 + 3v_b^2 + \theta_b^2L^2 + 3v_a\theta_a L - 6v_av_b + 3v_a\theta_b L - \\ &- 3v_b\theta_a L + \theta_a\theta_b L^2 - 3v_b\theta_a L), \\ F_{yan} = &\frac{EI}{L^3}\left(\frac{u_b - u_a}{L}\right)(12v_a + 6\theta_a L - 12v_b + 6\theta_b L), \\ M_{zan} = &\frac{EI}{L^2}\left(\frac{u_b - u_a}{L}\right)(6v_a + 4\theta_a L - 6v_b + 2\theta_b L), \\ F_{xbn} = &-F_{xan}, \\ F_{ybn} = &-F_{yan}, \\ M_{zbn} = &\frac{EI}{L^2}\left(\frac{u_b - u_a}{L}\right)(6v_a + 2\theta_a L - 6v_b + 4\theta_b L), \end{aligned} \quad (8)$$

где u_a, u_b – перемещение узлов вдоль оси X;

v_a, v_b – перемещение узлов вдоль оси Y;

θ_a, θ_b – углы поворота узлов (рисунок 2).

Для решения уравнения (1) в программный комплекс добавлен метод Ньютона – Рафсона в полной постановке [5] – итерационный численный метод нахождения корня заданной функции, известный также как метод касательных. Вычисление осуществляется путём построения последовательных приближений и основано на принципах простой итерации.

Метод обладает квадратичной сходимостью и для решателя программного комплекса может быть представлен в виде:

$$\Delta u^n = (F_{ext} - F_{int}^n)/K^n, \quad (9)$$

$$F_{res} = F_{ext} - F_{int}^n, \quad (10)$$

$$F_{res}^n \le \text{критерий сходимости}, \quad (11)$$

где Δu^n – приращение перемещения на итерации;

F_{ext} – приложенная нагрузка;

F_{int}^n – рассчитанное внутреннее усилие;

K_n – жёсткость системы;

F_{res}^n – разница двух усилий (критерий по силе).

Динамическое поведение элемента описывается основным уравнением динамики, приведённым в матричном виде:

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + F_{int}\{u\} = F_{ext}, \quad (12)$$

где $[M]$ – матрица масс балочного элемента;

$[C]$ – матрица демпфирования.

Для решения задач динамики применялся метод Ньюмарка, который может быть представлен следующим образом:

$$\begin{aligned} \dot{u}_{n+1} &= \dot{u}_n + \Delta t\ddot{u}_\gamma, \\ \ddot{u}_\gamma &= (1-\gamma)\ddot{u}_n + \gamma\ddot{u}_{n+1}, \\ \dot{u}_{n+1} &= \dot{u}_n + (1-\gamma)\Delta t\ddot{u}_n + \gamma\Delta t\ddot{u}_{n+1}, \\ u_{n+1} &= u_n + \Delta t\dot{u}_n + \frac{1}{2}\Delta t^2\ddot{u}_\beta, \\ \ddot{u}_\beta &= (1-2\beta)\ddot{u}_n + 2\beta\ddot{u}_{n+1}, \\ \dot{u}_{n+1} &= (1-\gamma)\Delta t\ddot{u}_n + \gamma\Delta t\ddot{u}_{n+1}, \\ u_{n+1} &= u_n + \Delta t\dot{u}_n + \frac{\Delta t^2}{2}((1-2\beta)\ddot{u}_n + 2\beta\ddot{u}_{n+1}), \\ \gamma &= 0{,}5, \\ \beta &= 0{,}25, \end{aligned} \quad (13)$$

где u, $\dot{u}$, $\ddot{u}$ – перемещение, скорость, ускорение;

Δt – временной шаг.

Для разработки продукта применён высокоуровневый язык программирования Python, а также ряд специальных библиотек. Показателем выполнения программы являются массивы данных, а также их графическая визуализация. Библиотека Numpy использовалась для создания матриц и работы с ними, библиотека MatPlotLib – для визуализации результатов. Готовые библиотеки для осуществления метода конечных элементов при разработке текущего продукта не применялись, поскольку относительно Python нет достаточных данных об их точности или детального описания реализуемого в них метода.

Проектируемый программный продукт состоит из нескольких модулей, каждый из которых выполняет ряд функций:

- модуль для создания геометрии и описания свойств материала – для редактирования входной геометрии;
- модуль сеточного предпроцессора – для представления геометрической модели в виде математической;
- модуль приложения нагрузок и граничных условий – для задания условий проведения расчёта;
- модуль для решения – решатель, выполняющий необходимые математические вычисления;
- модуль интерпретации и визуализации результатов – для графической интерпретации результатов решателя.

Верификация полученных результатов

Проверка корректности разрабатываемого элемента выполнена на основе расчётов трёх базовых задач механики с последующим сравнением результатов с альтернативными вариантами решения.

1. Расчёт длинной консольной балки (L = 2,5 м) квадратного сечения (50 × 50 мм), нагруженной на конце сосредоточенной силой (F = 5000 Н) (рисунок 3). Материал – сталь, модуль упругости E = 200 000 МПа, коэффициент Пуассона ν = 0,3. Результаты моделирования представлены на рисунке 4.

Следует отметить, что задача о консольной балке выбрана для верификации конечного элемента по причине того, что соотношение высоты к длине балки составляет 1/50 и имеет нелинейное поведение (большие деформации). На рисунке 4 показана деформация балки под действием заданной силы. Максимальный прогиб на конце балки составил 247,53 мм.

2. Расчёт конструкции в виде двух стержней, жёстко защемлённых по концам. В средней точке стержни соединены с подъёмом 9,8 мм. Геометрические размеры представлены на рисунке 5. Материал стержней – алюминий, модуль упругости E = 70 922 МПа, коэффициент Пуассона ν = 0,2, нагрузка F = = 310 Н. Результаты моделирования представлены на рисунке 6.

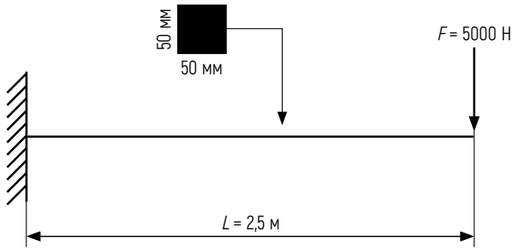


Рисунок 3 – Расчётная схема задачи 1.
Консольная балка (статическая постановка)

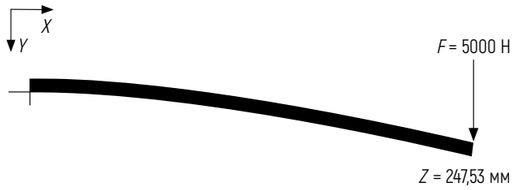


Рисунок 4 – Вертикальный прогиб консольной балки
(статическая постановка)

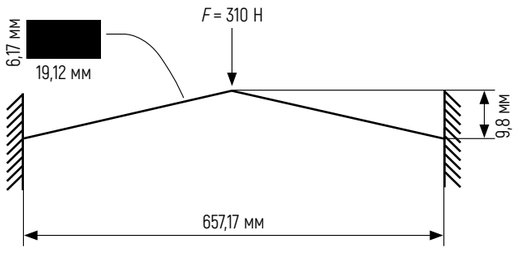


Рисунок 5 – Расчётная схема задачи 2,
геометрические размеры образца.
Классическая задача с распором (статическая постановка)

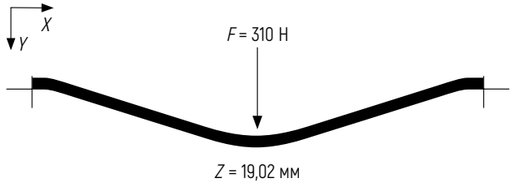


Рисунок 6 – Вертикальный прогиб конструкции из двух стержней
(статическая постановка)

Такая задача важна тем, что в процессе деформирования происходит нелинейное изменение жёсткости конструкции и изменение усилий в стержнях (распор). На рисунке 6 показана деформация балок под действием заданной силы. Максимальный прогиб в середине пролёта составил 19,02 мм.

3. Для проверки корректности динамической составляющей решения применялась задача о колебаниях консольной балки (динамическая постановка) квадратного сечения (50 × 50 мм), нагруженной на конце сосредоточенной постоянной силой (F = 5000 Н) (рисунок 7). Материал – сталь, модуль упругости E = 200 000 МПа, конструкционный коэффициент затухания ξ = 0,01. На рисунках 8 и 9 представлены результаты моделирования, а также динамическое поведение консольной балки, нагруженной постоянной силой. Рисунок 9 – графическое изображение колебаний свободного конца балки. Как видно, максимальный прогиб составляет 376,05 мм. После затухания его величина совпадает с полученной в статической задаче 1.

В таблице приведены результаты моделирования с помощью разрабатываемого программного продукта, системы анализа ANSYS и аналитического метода.

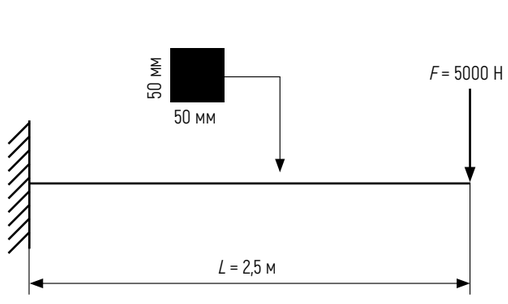


Рисунок 7 – Расчётная схема задачи 3.
Консольная балка (динамическая постановка)

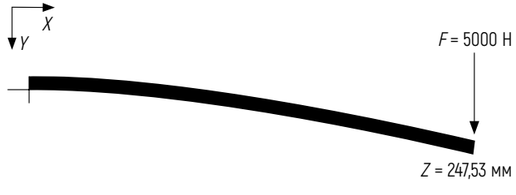


Рисунок 8 – Вертикальный прогиб консольной балки
в конечном положении после затухания
(динамическая постановка)

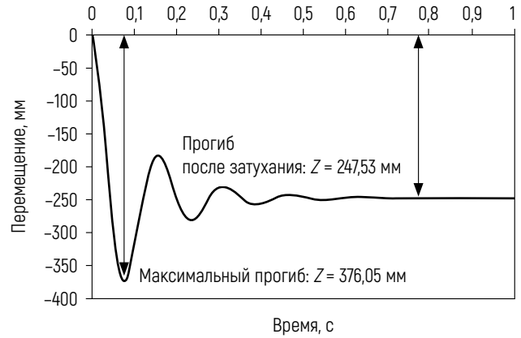


Рисунок 9 – Динамический отклик консольной балки,
нагруженной постоянной силой

Таблица – Результаты моделирования

Показатель	Номер задачи	Разрабатываемый программный продукт	ANSYS	Аналитическое решение
Вертикальное перемещение, мм	1	247,53	247,84	247,67
	2	19,02	19,36	19,27
Динамический прогиб, максимальное значение, мм	3	376,05	376,75	376,32
Динамический прогиб, значение после затухания, мм	3	247,53	247,84	247,67

Результаты, полученные при использовании данного программного комплекса, обладают достаточной степенью точности по сравнению с другими доступными способами вычислений. Стоит отметить, что выполненный расчёт – лишь один из вариантов применения продукта для решения задач ОТС, а с помощью итоговой версии можно проводить вычисления для разнообразных задач механики твёрдого тела. Практическим результатом является задействование комплекса для моделирования поведения ОТС при различных режимах работы, прогнозирования рисков, оценки вероятных путей их недопущения.

Апробация полученных результатов

Струнный транспорт Юницкого (ЮСТ) – неотъемлемая часть проектируемого ОТС, соответственно, модели рельсо-струнных путевых структур могут приниматься в качестве прототипов для решения задач, связанных с элементами ОТС. Данное утверждение позволило провести апробацию программного комплекса на реальном объекте: при проектировании одной из линий струнного транспорта выполнялось динамическое моделирование проезда и осуществлялся подбор траектории движения.

Внешний вид поперечного сечения путевой структуры представлен на рисунке 10. Её геометрические и физические характеристики: вес нижнего пояса – 84 кг/пог. м; вес верхнего пояса – 15,5 кг/пог. м; длина – 720 м; натяжение монтажное, нижний пояс – 5730 кН; натяжение монтажное, верхний пояс – 1860 кН; общее натяжение – 7240 кН; шаг подвесов – 3 м.

На рисунке 11 показана упрощённая модель транспорта. Его механические характеристики: общая жёсткость первой ступени подрессоривания – 220 Н/мм; общая жёсткость второй ступени подрессоривания – 520 Н/мм; демпфирование первой ступени подрессоривания – 9 Н·с/мм; скорость проезда – 60–100 км/ч; первая собственная частота подвески – 1,05 Гц; масса – 8–24 тонн.

Предшествующие проекты струнного транспорта позволили накопить значительный опыт, а также достаточное количество экспериментальных данных. Учитывая, что элементы ОТС могут базироваться на существующих решениях для моделей рельсо-струнных путевых структур, проведена апробация создаваемого продукта на основе имеющейся информации.

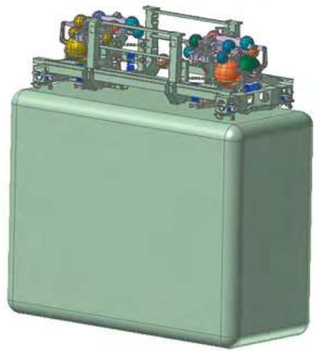


Рисунок 11 – Упрощённая модель транспортного средства (юнимобиля)

Базовый объём задач в рассматриваемом случае связан с подбором траектории движения юнимобиля, при которой в пассажирском модуле возникают вертикальные ускорения, комфортные для проезда людей. Результаты моделирования представлены на рисунках 12 и 13.

В качестве практического применения программного комплекса для задач, связанных с моделированием поведения ОТС, проведены кинематические расчёты перемещения, скорости и ускорения сегментарного участка данного летательного аппарата (рисунок 14).

Полученные с использованием метода конечных элементов характеристики (рисунок 15) полностью соответствуют вычисленным ранее А.Э. Юницким аналитическим методом [1, 2].

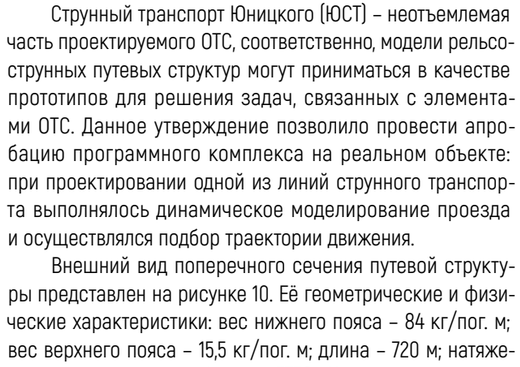


Рисунок 10 – Сечение путевой структуры

Рисунок 12 – Динамический отклик в пассажирском модуле (масса юнимобиля 8000 кг, скорость движения 100 км/ч; вертикальная составляющая)

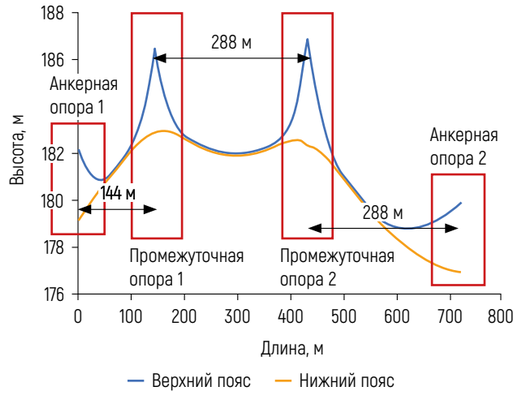


Рисунок 13 – Полученная оптимальная траектория движения транспорта

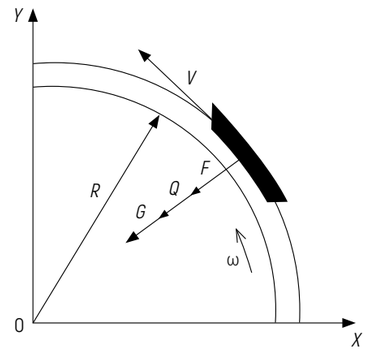
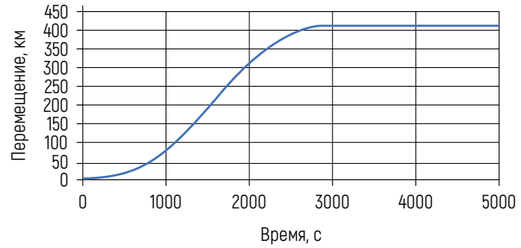
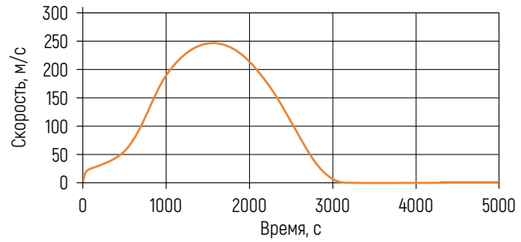


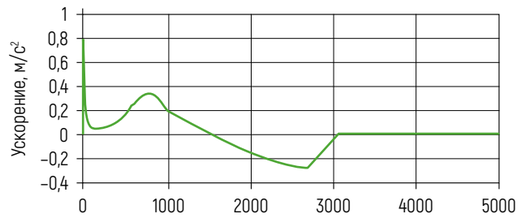
Рисунок 14 – Расчётная схема для определения кинематических характеристик (динамическая постановка задачи): *V* – взлётные скорости компонентов ОТС; *R* – радиус Земли; *G* – сила притяжения Земли; *Q* – сила сопротивления атмосферы; *F* – сила упругости ОТС; ω – угловая скорость Земли



а)



б)



в)

Рисунок 15 – Полученные кинематические характеристики:
а – вертикальное перемещение сегмента ОТС;
б – вертикальная скорость сегмента ОТС;
в – вертикальное ускорение сегмента ОТС

Заключение

Разработанный балочный конечный элемент на основе элемента Эйлера – Бернулли при дополнении его функционалом геометрической матрицы жёсткости и матриц учёта деформаций большего порядка малости даёт возможность учитывать геометрическую нелинейность (большие деформации), что позволяет моделировать нелинейности, влияющие на поведение ОТС.

Результаты тестовых задач сравнивались как с полученными аналитическим (точным) методом, так и с вычисленными коммерческим конечно-элементным продуктом ANSYS. Расчётные задачи демонстрируют, что созданный конечный элемент даёт хорошую точность и устойчивость решения.

Программный комплекс апробирован при проектировании струнного транспорта, что подтверждает правильность экспериментальных результатов. В рамках задач ОТС данная разработка применялась для проверки кинематических характеристик.

В дальнейшем с помощью рассматриваемого программного комплекса будут оптимизированы все требования, предъявляемые к элементам ОТС, для эффективного

и безопасного функционирования этого гигантского геокосмического летательного аппарата: допустимая неравномерность тяги линейных электродвигателей; допустимая неравномерность загрузки ОТС по длине пассажирами и грузами; допустимая неравномерность КПД работы линейных электродвигателей по своей длине и во времени; допустимые горизонтальные и вертикальные отклонения корпуса ОТС (и движущихся внутри с космическими скоростями линейных маховиков) от формы идеальной окружности и др.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Создание математической модели общепланетарного транспортного средства с оптимизацией положения и учётом влияния динамических факторов / А.Э. Юницкий, Р.А. Шаршов, А.А. Абакумов // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 182–193.*
2. *Юницкий, А.Э. Создание математической модели общепланетарного транспортного средства: разгон маховиков, прохождение атмосферы, выход на орбиту / А.Э. Юницкий, Р.А. Шаршов, А.А. Абакумов // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 77–83.*
3. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Минск: Беларус. навука, 2017. – 342 с.: ил.*
4. *Kim, N.-H. Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis / N.-H. Kim. – New York: Springer, 2018. – 437 p.*
5. *Reddy, J.N. An Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis: With Applications to Heat Transfer, Fluid Mechanics and Solid Mechanics / J.N. Reddy. – 2nd ed. – New York: Oxford University Press, 2015. – 768 p.*

УДК 004.942:537.6

Моделирование динамики магнитной системы силового стабилизирующего узла общепланетарного транспортного средства

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

А.С. Хлебус[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Предложена реализация магнитной системы стабилизирующего узла (МССУ) для линейных роторов общепланетарного транспортного средства (ОТС) на основе постоянных неодимовых магнитов, которая обеспечивает удержание и стабилизацию роторов в вакуумных каналах статора на всех режимах работы ОТС. Определена силовая нагруженность элементов стабилизирующего узла от действия продольных и поперечных электромагнитных сил. Представлена компьютерная модель МССУ и проведено имитационное моделирование функционирования системы на различных динамических режимах с целью оценки её работоспособности и возможности применения в конструкции ОТС.

Ключевые слова:
имитационное моделирование, магнитная левитация, магнитная система стабилизирующего узла (МССУ), магнитные силы, неодимовые магниты, общепланетарное транспортное средство (ОТС).

UDC 004.942:537.6

Modeling the Dynamics of Magnetic System of Power Stabilizing Unit of the General Planetary Vehicle

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

A. Khlebus[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

It is proposed an implementation of the magnetic system of the stabilizing unit (MSSU) for linear rotors of the General Planetary Vehicle (GPV) based on permanent neodymium magnets, which ensures retention and stabilization of the rotors in the vacuum channels of stator in all operating modes of the GPV. The force loading of the elements of the stabilizing unit from the action of longitudinal and transverse electromagnetic forces has been determined. A computer model of the MSSU was developed and simulation modeling of the system's functioning in various dynamic modes was carried out in order to assess its performance and the possibility of application in the GPV's design.

Keywords:
General Planetary Vehicle (GPV), magnetic forces, magnetic levitation, magnetic system of the stabilizing unit (MSSU), neodymium magnets, simulation modeling.

Введение

Ввиду глобального масштаба общепланетарного транспортного средства (ОТС), представляющего собой замкнутую кольцевую структуру длиной более 40 000 км, главными требованиями к его конструкции являются высокая производительность и эффективность. Производительность должна обеспечить доставку на околоземную орбиту до 10 млн тонн грузов и до 10 млн пассажиров за один рейс [1], что эквивалентно грузоподъёмности около 250 кг/пог. м. Эффективность в первую очередь будет определяться низким энергопотреблением на всех режимах работы ОТС и высоким коэффициентом полезного действия всех узлов и механизмов этого гигантского геокосмического летательного аппарата.

Один из самых важных элементов конструкции ОТС – магнитная подвеска роторов, которая должна предусматривать наличие безопасного зазора между подвижными и неподвижными частями как в статике, так и в динамике, когда скорость роторов достигает 12 км/с [2]. На данный момент для решения этой сложной инженерной задачи предлагается использовать принципы левитации, создаваемой с помощью электромагнитных сил. Известны различные типы таких систем, основанные на электромагнитной и электродинамической левитации, а также на левитации над сверхпроводником [3]. Однако все они имеют существенные недостатки: требуют постоянного питания, дублирования устройств системы управления, весьма энергозатратны.

В то же время разработана система магнитного подвеса линейных роторов ОТС, которая состоит только из постоянных магнитов, полностью автономна и не нуждается для своего функционирования в большом количестве энергии, а также в системе контроля. Её недостатком является необходимость охлаждения, а противоречие теоремы Ирншоу [4], согласно которой невозможно создание системы постоянных магнитов, обеспечивающей левитацию тела без воздействия на него сил, отличных от магнитных, исключается ввиду особенности конструкции ОТС [3]. Её специфика в том, что как роторы, так и статор состоят из отдельных практически жёстко связанных между собой сегментов, что требуется для сборки конструкции ОТС и увеличения его окружной длины (растяжения) на 6,5 % при подъёме на высоту порядка 400 км от поверхности старта [5]. Находясь в замкнутой конструкции, соседние сегменты оказывают друг на друга то самое внешнее воздействие, делая возможной магнитную левитацию. Предлагаемая система должна автоматически стабилизировать положение подвижных роторов в вакуумных каналах статора на всех режимах функционирования ОТС при возникновении сил любой природы, стремящихся отклонить корпус летательного аппарата от штатного положения в любых направлениях.

Цель исследования – с помощью имитационного моделирования определить возможность реализации магнитной системы стабилизирующего узла (МССУ) для линейных роторов ОТС, состоящей лишь из постоянных магнитов: создать компьютерную динамическую модель МССУ, позволяющую оценить работоспособность системы и её устойчивость к внешним дестабилизирующим воздействиям.

Конструкция силового блока на основе постоянных неодимовых магнитов

Подъём ОТС как замкнутой кольцевой структуры на околоземную орбиту возможен благодаря центробежной силе, которая образуется при вращении главного линейного ротора (ротор 1) (рисунок 1).

В момент отрыва ОТС от взлётно-посадочной эстакады, когда на все элементы действует наибольшая величина земного притяжения, в верхних силовых блоках МССУ линейного ротора 1 и статора возникают максимальные электромагнитные силы отталкивания, которые не должны допускать физического контакта подвижных и неподвижных компонентов ОТС.

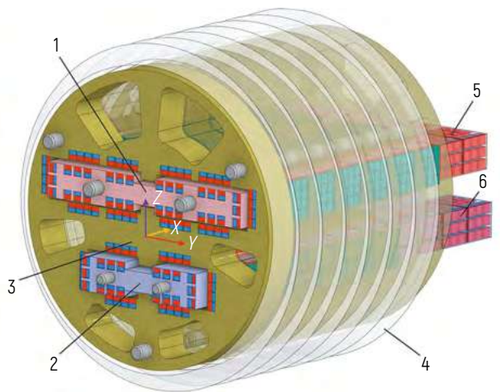


Рисунок 1 – Ключевые линейные компоненты в конструкции ОТС:
1 – линейный ротор 1; 2 – линейный ротор 2;
3 – линейный статор; 4 – корпус ОТС;
5 – магнитная система ротора 1;
6 – магнитная система ротора 2

Для расчёта пиковых значений сил взаимодействия линейного ротора с линейным статором примем в качестве исходных данных массы компонентов в соответствии с [6]: ротор 1 – 450 кг/пог. м, вспомогательный ротор (ротор 2) – 200 кг/пог. м, корпус ОТС и статор совместно с полезной нагрузкой – 500 кг/пог. м. Ввиду сложности траектории продольной оси ОТС в плоскости экватора, отличной от окружности и обусловленной рельефом местности на сухопутных участках и геоидной формой планеты на океанических участках, отрыв ОТС от эстакады будет осуществляться неравномерно и сопровождаться переходными динамическими процессами, что добавит инерционную составляющую в силы взаимодействия ротора со статором. На данном этапе спрогнозировать их величину достаточно трудоёмко, это является отдельной инженерной задачей. Значит, выполним учёт инерционных нагрузок, используя коэффициент динамичности $K_д$, равный 2. Максимальное значение эквивалентной нагрузки от действия электромагнитных сил в контакте ротора 1 и статора:

$$q_{M\max} = (m_2 + m_3)gK_д = (200 + 500) \times 9{,}78 \times 2 = 13\,692 \text{ Н/пог. м}, \quad (1)$$

где m_2 – погонная масса ротора 2, кг/пог. м;

m_3 – погонная масса корпуса, статора и полезной нагрузки, кг/пог. м;

g – ускорение свободного падения на экваторе, 9,78 м/с^2;

$K_д$ – коэффициент динамичности.

МССУ линейных роторов должна обеспечивать наличие безопасного зазора в плоскости *YZ* на всех режимах функционирования ОТС и при действии на его корпус всевозможных дестабилизирующих внешних и внутренних нагрузок, вместе с тем не препятствовать движению роторов вдоль оси *X* (рисунок 1). Учитывая это, возникает требование к относительной однородности магнитного поля вдоль оси движения роторов в вакуумных каналах, которое должно несущественно изменять свои силовые характеристики даже при увеличении окружной длины ОТС до 6,5 %.

Все вышеуказанные требования и особенности конструкции ОТС определили вектор поиска технического решения для практической реализации МССУ линейных роторов. В качестве базового компонента системы предлагается использовать универсальный силовой блок, представляющий собой магнитную сборку из дискретных неодимовых магнитов марки N52H кубической формы размером 25 × 25 × 25 мм (рисунок 2). Конструкция данного блока разработана с учётом многочисленных технических и технологических требований и результатов оптимизации в специализированном программном обеспечении, позволяющем рассчитывать величину силового взаимодействия постоянных магнитов.

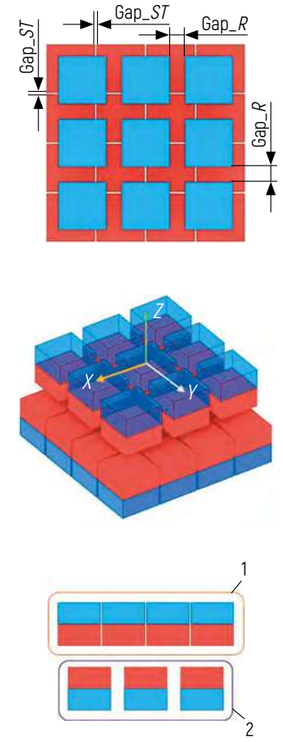


Рисунок 2 – Конструкция силового блока магнитной сборки из дискретных неодимовых магнитов:
а – вид сверху; б – изометрический вид;
в – вид сбоку при номинальном положении магнитных групп;
г – вид сбоку при касательном смещении магнитных групп;
1 – магнитная группа статора; 2 – магнитная группа ротора

Функционирование силового блока МССУ основано на отталкивании двух взаимонаправленных магнитных групп – статора (неподвижная часть) и ротора (подвижная часть относительно статора). Каждая группа представляет собой массив из дискретных магнитов кубической

формы размером 25 × 25 × 25 мм: массив 4 × 4 с зазором Gap_*ST* = 1 мм – для статора, массив 3 × 3 с зазором Gap_*R* = 8 мм – для ротора. Величины зазоров Gap_*ST* и Gap_*R* определены по результатам оптимизации по критерию минимального влияния на нормальную составляющую магнитной силы F_{MN} (вдоль оси *Z*) при относительном смещении групп вдоль осей *X* и *Y* (рисунок 2).

Основные преимущества предлагаемой конструкции силового блока МССУ:

- небольшое изменение нормальной силы отталкивания при касательном смещении магнитных групп статора и ротора относительно друг друга – по результатам расчёта электромагнитных сил в специализированном программном обеспечении;
- отсутствие влияния вариабельности силовых свойств магнитов на однородность магнитного поля при контакте элементов статора и ротора, что гарантирует безопасное функционирование МССУ даже при размагничивании единичных дискретных магнитов [7];
- простота изготовления и относительно малые силы взаимодействия небольших по размерам магнитов определяют удобство проведения технологической сборки, возможность автоматизации и параллельного производства силовых блоков, что существенно сэкономит время на реализацию проекта безракетного освоения космоса;
- небольшие линейные размеры магнитной группы обуславливают незначительное увеличение зазора между соседними сегментами при растяжении конструкции ОТС в режиме подъёма, что также влияет на однородность магнитного поля и постоянство электромагнитных сил между роторами и статором;
- универсальность – удобство компоновки и взаимозаменяемость в общей структуре ОТС.

Среди недостатков представленной конструкции можно отметить следующие:

- обязательное наличие системы охлаждения как основной системы безопасности, поскольку работоспособность постоянных неодимовых магнитов марки N52H сохраняется до 120 °C, далее происходит размагничивание;
- ввиду масштабности конструкции ОТС потребуется большое количество постоянных неодимовых магнитов (более 100 млрд шт.), при производстве которых необходимо использовать дорогие редкоземельные элементы – около 4 млн тонн неодима, что составляет примерно 4 % от его мировых запасов. Кроме того, понадобятся и соответствующие промышленные мощности. На данный момент 95 % рынка в производстве и поставках неодима принадлежит Китаю [8].

Определение нормальных и касательных магнитных сил взаимодействия элементов силового блока

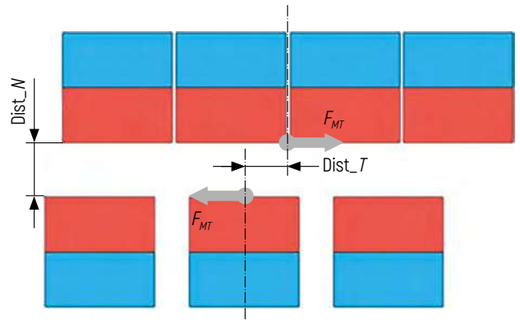
Динамика работы силового блока МССУ будет напрямую зависеть от инерционных и электромагнитных сил, возникающих в процессе взаимодействия магнитных групп в каждый момент времени. Инерционные силы зависят от массо-инерционных характеристик элементов ОТС и тензоров ускорений, влияющих на эти элементы. Электромагнитные силы имеют иную природу и обусловлены напряжённостью магнитного поля, создаваемого в пространстве системой магнитов с определённой направленностью и коэрцитивной силой [9].

Изначально движение магнитных групп ротора и статора одного силового блока относительно друг друга характеризуется тремя поступательными и тремя вращательными степенями свободы. Однако ввиду особенностей конструкции ОТС и того, что для реализации МССУ каждого из роторов используется несколько взаимокомпенсирующих силовых блоков, вращательными степенями свободы каждого из них можно пренебречь, так как относительные повороты магнитных групп ничтожно малы.

Рассмотрим поступательные степени свободы относительно трёх осей (рисунок 2). Ось *X* – ось движения роторов, по направлению которой линейный электродвигатель осуществляет разгон/торможение замкнутых в кольцевую структуру сегментов ротора; суммарная сила от постоянных магнитов $F_M \approx 0$ из-за взаимного действия друг на друга соседних сегментов. Ось *Y* соответствует касательному смещению одной магнитной группы относительно другой и определяется суммарным тангенциальным усилием F_{MT}. Ось *Z* соответствует смещению одной магнитной группы относительно другой по нормали к плоскости условного контакта и определяется суммарным нормальным усилием F_{MN}, которое обуславливает упругость силового блока. Сложность аналитического расчёта магнитных сил F_{MT} и F_{MN} связана с неоднородностью полей распределения магнитной индукции, которая сильно зависит от расстояния смещения магнитных групп Dist_*T* и Dist_*N* вдоль осей *Y* и *Z* соответственно.

Для расчёта применялось специализированное программное обеспечение, позволяющее по заданным материалам и 3D-моделям магнитной сборки найти величину магнитных сил. Результаты вычислений представлены в таблицах 1, 2 и будут использоваться далее для имитационного моделирования динамики МССУ ОТС при действии дестабилизирующих поперечных и вертикальных сил.

Таблица 1 – Зависимость величины сдвигового усилия магнитных групп одного силового блока F_{MT} от касательного и нормального смещений. Сила приложена на площадь, эквивалентную 0,01 м²

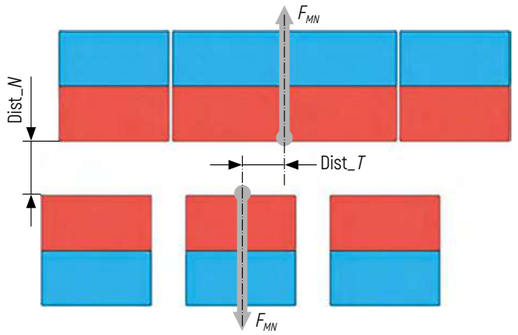


F_{MT}, Н		Смещение по нормали к плоскости контакта Dist_*N*, мм																						
		20,5	19,5	18,5	17,5	16,5	15,5	14,5	13,5	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	3,5	2,5	1,5	0,5
Смещение вдоль плоскости контакта Dist_*T*, мм	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	9	9	9	10	11	12	13	14	14	16	16	17	18	20	22	22	23	23	26	23	27
	2	18	19	20	20	22	24	26	27	28	31	33	35	37	40	42	43	45	47	48	47	47
	3	26	28	30	31	33	35	38	40	43	46	49	53	55	59	64	66	70	72	74	74	70
	4	35	37	38	42	44	47	51	55	56	61	64	69	74	79	84	89	95	100	102	103	96
	5	42	45	49	51	54	58	62	66	70	76	82	87	93	99	106	113	120	127	133	138	132
	6	51	54	57	61	64	69	74	80	85	90	96	103	111	118	127	137	145	155	165	173	176
	7	59	62	66	70	75	80	85	91	97	104	111	119	129	137	147	157	168	182	196	212	235
	8	67	71	75	80	85	90	96	101	110	117	125	135	144	155	167	180	194	209	228	250	281
	9	74	78	83	89	94	100	106	114	122	129	140	149	160	173	185	201	217	235	256	282	315
	10	81	87	92	96	104	110	117	125	134	143	153	164	176	190	204	221	239	259	283	308	342
	11	88	93	99	105	112	118	126	134	144	154	165	175	190	204	221	238	258	280	305	330	360
	12	94	101	107	112	119	126	136	144	154	163	175	189	202	218	235	254	276	299	324	353	380
	13	102	107	113	120	127	134	144	153	163	174	185	199	213	230	248	268	288	313	338	367	399
	14	107	113	119	126	135	142	151	161	171	182	195	209	224	241	259	279	302	323	349	379	416

Как видно из таблицы 1, чем больше касательное смещение магнитных групп относительно «нулевого» положения, тем большая сдвиговая сила действует на них. Следовательно, при компоновке силовых блоков в конструкции ОТС изначально заложено некоторое смещение, чтобы взаимно компенсировать поперечные силы и минимизировать их дестабилизирующее влияние при боковых отклонениях роторов.

Данные таблицы 2 подтверждают сравнительно небольшое изменение нормальной силы отталкивания при касательном смещении магнитных групп статора и ротора относительно друг друга, что обеспечивает постоянство упругой характеристики силового блока при боковых отклонениях роторов и является одним из главных критериев оптимизации при выборе компоновки магнитных групп.

Таблица 2 – Зависимость величины нормального усилия отталкивания магнитных групп одного силового блока F_{MN} от касательного и нормального смещений. Сила приложена на площадь, эквивалентную 0,01 м²



F_{MN}, Н		Смещение вдоль плоскости контакта Dist_T, мм															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Смещение по нормали к плоскости контакта Dist_N, мм	20,5	379	378	377	376	374	372	371	366	364	359	354	349	345	339	333
	19,5	397	396	395	394	392	391	387	383	379	374	370	365	360	354	347
	18,5	416	415	415	413	411	409	405	402	398	392	387	383	376	370	363
	17,5	438	437	436	434	432	429	425	421	417	412	405	400	393	387	380
	16,5	459	459	457	456	452	451	446	442	437	433	427	419	413	406	397
	15,5	482	481	480	479	477	473	469	464	458	451	445	438	432	423	415
	14,5	507	506	505	502	501	497	493	487	481	474	468	460	452	444	434
	13,5	532	532	532	530	526	523	517	513	506	499	491	483	473	465	454
	12,5	562	561	560	557	553	550	544	538	531	525	516	506	496	487	475
	11,5	592	591	590	587	584	580	574	566	560	552	542	532	521	509	498
	10,5	624	623	623	618	615	611	603	598	588	580	570	559	547	534	520
	9,5	658	657	657	653	648	644	637	629	620	611	599	587	575	561	547
	8,5	695	694	692	689	684	679	672	664	655	643	632	617	604	588	573
	7,5	732	731	729	726	722	716	709	699	689	678	664	649	634	617	600
	6,5	772	771	769	767	763	757	748	738	727	715	699	684	665	647	628
	5,5	813	813	812	808	805	797	789	779	767	752	737	718	699	678	657
	4,5	855	856	853	851	845	841	832	821	809	793	773	753	733	709	685
	3,5	895	894	894	892	889	885	876	863	849	829	808	788	764	737	714
	2,5	930	929	933	928	928	922	920	909	889	867	843	819	791	764	738
	1,5	958	960	960	960	963	964	959	946	922	895	868	843	815	785	754
	0,5	974	968	967	965	977	985	990	978	943	909	875	852	817	789	750

На рисунке 3 представлен общий вид полей распределения магнитной индукции в плоскости поперечного сечения ОТС при различных положениях роторов относительно продольной оси вакуумных каналов статора.

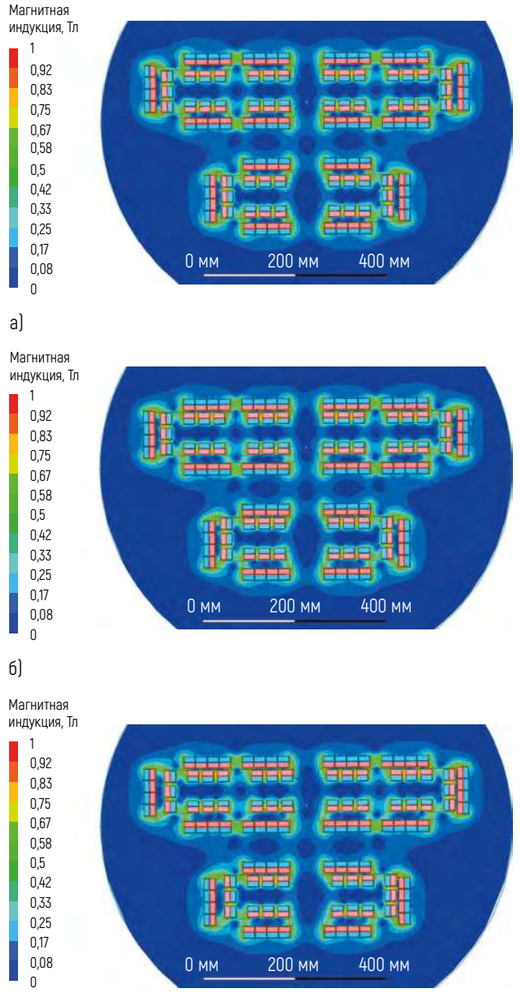


Рисунок 3 – Общий вид полей распределения магнитной индукции в плоскости поперечного сечения ОТС:
а – оси роторов совпадают с осями каналов статора;
б – роторы смещены вертикально в максимальное положение;
в – роторы смещены поперечно и вертикально в максимальное положение

Компоновка силовых блоков в конструкции линейных роторов и линейных статоров

Принимая во внимание предъявленные ранее требования по грузоподъёмности ОТС и возможности увеличения его окружной длины на 6,5 % при подъёме на околоземную орбиту, а также рассчитав силовые характеристики базового компонента МССУ, можно определить необходимое количество силовых блоков для вертикальной и поперечной стабилизации линейных роторов и выполнить первоначальную компоновку элементов ОТС.

Для стабилизации ротора 1 массой 450 кг/пог. м в вертикальном направлении и поворота относительно оси канала использовано восемь силовых блоков, в поперечном направлении – два; для ротора 2 массой 200 кг/пог. м – четыре и два блока соответственно (рисунок 4).

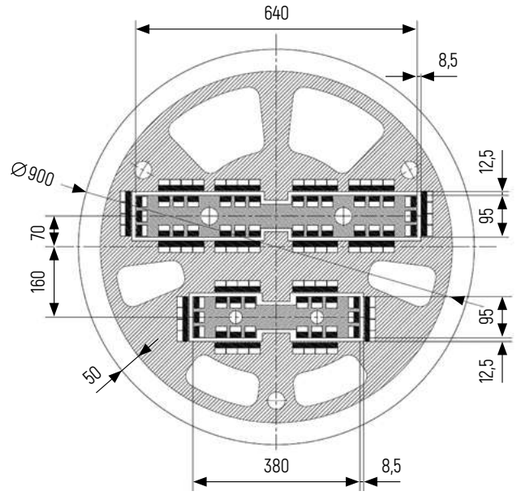


Рисунок 4 – Поперечное сечение ОТС с МССУ линейных роторов (вариант), мм

Согласно выражению (1) максимальная сила взаимодействия возникает между ротором 1 и статором в режиме подъёма ОТС на околоземную орбиту и с учётом динамических колебаний элементов конструкции составляет 13,7 кН/пог. м. Исходя из размеров применяемых постоянных магнитов и конструкции силового блока МССУ, толщина одного сегмента статора будет равна около 110 мм, что эквивалентно примерно девяти сегментам на метр

погонный ОТС, или 72 силовым блокам (36 парам), работающим на восприятие вертикальной нагрузки при подъёме. Взаимное функционирование пары силовых блоков – верхнего и нижнего, а именно разница нормальных зазоров между ними в паре, и определяет упругую характеристику магнитного подвеса ротора. При относительно равномерном распределении максимальная нагрузка на одну пару силовых блоков:

$$Q_{M_{max}} = \frac{q_{M_{max}}}{N_c} = \frac{13\,692}{36} = 380 \text{ Н}, \qquad (2)$$

где N_c – количество пар силовых блоков на погонный метр ОТС, шт/пог. м.

Согласно данным таблицы 2, если начальный нормальный зазор Dist_*N* между магнитными группами составит 12,5 мм, а касательный сдвиг с учётом возможных боковых колебаний роторов Dist_*T* не превысит 8 мм, то при смещении ротора под действием центробежной силы на 1 мм от «нулевого» положения пара силовых блоков создаст подъёмную силу в 1,9 кН/пог. м, на 2 мм – 3,6 кН/пог. м, на 4 мм – 7,9 кН/пог. м, на 8 мм – 16 кН/пог. м, на 10 мм – 20,2 кН/пог. м, что достаточно для отрыва ОТС и дальнейшего его подъёма на околоземную орбиту. При этом остаётся зазор безопасности между стенкой ротора и статора не менее 4 мм при нестационарных динамических режимах и около 8 мм при установившемся равноускоренном движении ОТС.

Для того чтобы минимизировать момент закручивания корпуса ОТС относительно своей оси в режимах подъёма/спуска, компоновку следует осуществлять таким образом: центр масс и в гружёном, и в снаряжённом положении должен находиться максимально близко к центру поперечного сечения.

Линейные роторы и статор ОТС состоят из отдельных сегментов (рисунок 5), которые будут стандартизованы, также регламентированы их предварительная сборка и контрольная приёмка, что позволит распараллелить производство компонентов ОТС, минимизировав сроки его возведения и стоимость работ.

Все сегменты имеют относительно небольшую толщину (до 110 мм) и массу (не более 50 кг), что не потребует применения тяжёлого подъёмного оборудования при сборке ОТС по принципу конструктора (рисунок 6).

В качестве соединительных элементов используются специальные направляющие цилиндры-амортизаторы, упругие элементы и другие компоненты, которые обеспечат конструкции возможность удлиняться до 6,5 % (при необходимости – до 8 % для подъёма на высоту до 500 км) и гасить колебания при переходных процессах разгона/торможения линейных роторов.

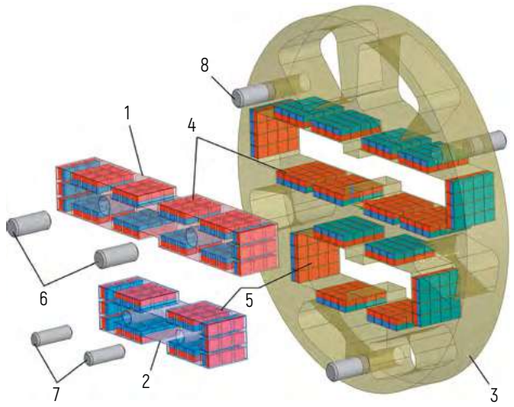


Рисунок 5 – Сборка элементов ОТС: 1 – сегмент ротора 1; 2 – сегмент ротора 2; 3 – сегмент статора; 4 – МССУ ротора 1; 5 – МССУ ротора 2; 6 – направляющие элементы ротора 1; 7 – направляющие элементы ротора 2; 8 – направляющие элементы статора

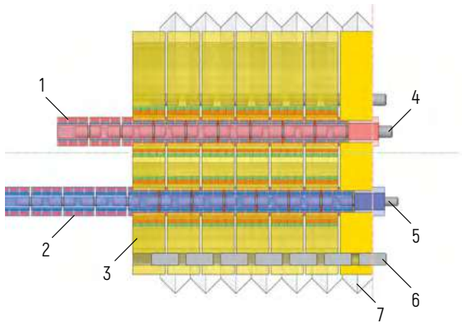


Рисунок 6 – Продольный разрез ОТС: 1 – сегмент ротора 1; 2 – сегмент ротора 2; 3 – сегмент статора; 4 – направляющие элементы ротора 1; 5 – направляющие элементы ротора 2; 6 – направляющие элементы статора; 7 – корпус ОТС

Компьютерная модель и имитационное моделирование динамики магнитной системы стабилизирующего узла ОТС

На первоначальном этапе проектирования ОТС предлагается компьютерная модель для проведения имитационного моделирования динамики МССУ линейных роторов и оценки её работоспособности и устойчивости к внешним дестабилизирующим воздействиям.

Каждый силовой блок как базовый компонент системы представлен всего двумя узлами конечно-элементной модели: первый – магнитная группа статора, второй – магнитная группа ротора. При расчёте динамического отклика конструкции на каждом шаге интегрирования к узлам будут прикладываться нормальная и касательная составляющие магнитных сил, величина которых определится методом интерполяции из известных числовых массивов (таблицы 1, 2) и расстояний смещения узлов Dist_*T* и Dist_*N* относительно друг друга в каждый момент расчётного времени (рисунок 7). Таким образом будут учтены магнитные силы во всём множестве силовых блоков МССУ линейных роторов.

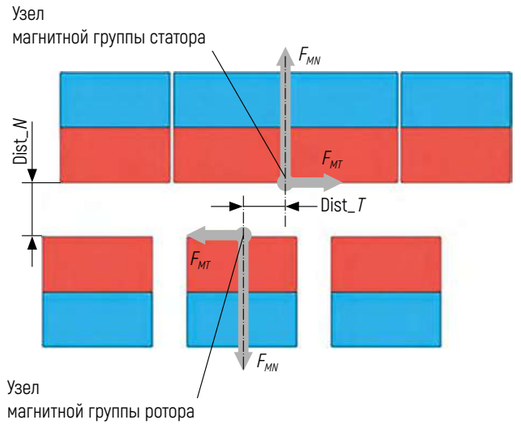


Рисунок 7 – Учёт магнитных сил в расчётной модели каждого силового блока МССУ

Каждый сегмент статора и роторов ОТС задаётся одним элементом с известными массо-инерционными характеристиками. Сила гравитационного взаимодействия данных элементов с планетой будет зависеть от высоты положения ОТС над уровнем Земли и определяется в модели посредством ускорения свободного падения: от 9,78 м/с^2 на поверхности Земли на экваторе до 8,65 м/с^2 на высоте 415 км над поверхностью.

Центробежная (подъёмная) сила, которая действует на сегменты роторов и зависит от скорости их движения, массы и радиуса орбиты, приложена как сосредоточенная сила в центре масс каждого сегмента роторов.

Связь соответствующих узлов силовых блоков с центрами масс статора и роторов на данном этапе моделирования принята как абсолютно жёсткая. Продольная связь соседних сегментов моделируется упругодемпфирующим двухузловым элементом.

В качестве дестабилизирующего воздействия используется синусоидальная нагрузка (гармоническое воздействие) в виде отклонения корпуса и/или линейных роторов на различную амплитуду в частотном диапазоне 0,1–10 Гц (ветровая нагрузка, максимальные перемещения грунта при землетрясениях, воздействия при колебаниях океанических волн, возможные дисбалансы роторов).

На рисунке 8 представлен фрагмент из программного кода с исходными данными для проведения имитационного моделирования.

```
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

R0=6371000      !Начальный радиус ОТС, м
M=5.97e24       !Масса Земли, кг
G=6.67e-11      !Гравитационная постоянная, м3/(кг × с2)
H=0             !Начальная высота над уровнем моря, м

m1=450          !Погонная масса ротора_1, кг/мп
Ixx1=10         !Момент инерции ротора_1, кг × м2
dX1=0           !Начальная координата ротора_1, м
dY1=-0.00185    !Начальная координата ротора_1, м

m2=200          !Погонная масса ротора_2, кг/мп
Ixx2=10         !Момент инерции ротора_2, кг × м2
dX2=0           !Начальная координата ротора_2, м
dY2=-0.00173    !Начальная координата ротора_2, м

m3=500          !Погонная масса статора с грузом, кг/мп
Ixx3=100        !Момент инерции статора с грузом, кг × м2

gapXs1=-3       !Зазор касат боков ротор_1, мм
gapYs1=8.5      !Зазор норм боков ротор_1, мм
gapX1=6         !Зазор касат основн ротор_1, мм
gapY1=12.5      !Зазор норм основн ротор_1, мм

gapXs2=-2       !Зазор касат боков ротор_2, мм
gapYs2=8.5      !Зазор норм боков ротор_2, мм
gapX2=6         !Зазор касат основн ротор_2, мм
gapY2=12.5      !Зазор норм основн ротор_2, мм
```

Рисунок 8 – Ввод исходных данных в виде фрагмента макроса для построения компьютерной модели МССУ ОТС

На рисунке 9 показан общий вид расчётной модели, полученной по результатам преобразования объёмной геометрической модели ОТС. Тип решателя – динамический, используемое программное обеспечение – ANSYS APDL Transient. Начальный шаг интегрирования по времени – 0,001 с (1 мс).

Основные преимущества предложенной расчётной методики и динамической модели – необходимость относительно небольшой вычислительной мощности; баланс между трудозатратами и получаемыми результатами по динамическому отклику конструкции на дестабилизирующие воздействия. Одновременно с этим проведённые исследования позволят найти работоспособный вариант МССУ линейных роторов и подготовить данные для перехода к более сложному имитационному моделированию детализированной модели ОТС на этапе практической реализации проекта.

На рисунке 10 показано функционирование МССУ при дестабилизирующем отклонении роторов на 7 мм по вертикали и на 4 мм по горизонтали от продольной оси каналов статора. При этом роторы не вращаются, начальный зазор между магнитными группами по вертикали составляет 12,5 мм, по горизонтали – 8,5 мм.

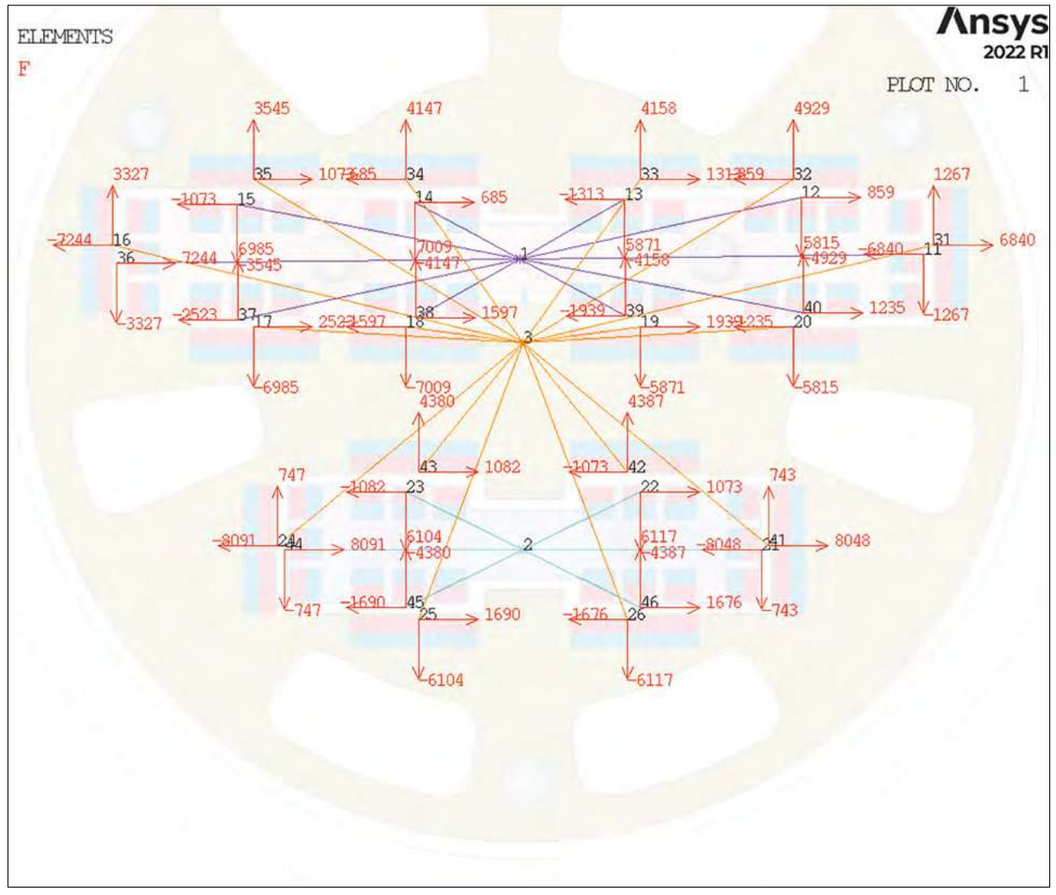
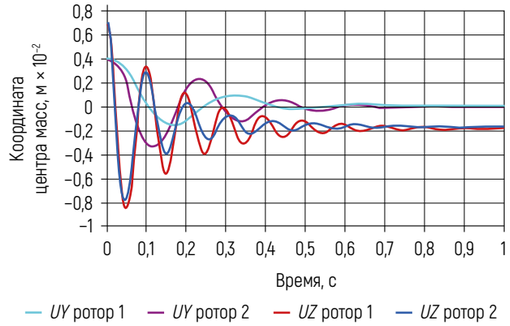


Рисунок 9 – Общий вид расчётной динамической модели ОТС:
1 – ротор 1; 2 – ротор 2; 3 – статор с корпусом и полезной нагрузкой;
11–46 – магнитные группы силовых блоков



а)

б)

в)

Рисунок 10 – Работа МССУ при дестабилизирующем отклонении роторов:
а – изменения поперечных и вертикальных координат центров масс роторов при стабилизации под действием магнитных сил после отклонения от уравновешенного положения;
б – траектория движения центра масс ротора 1 при стабилизации под действием магнитных сил после отклонения (точка 0) от уравновешенного положения (точка 10);
в – траектория движения центра масс ротора 2 при стабилизации под действием магнитных сил после отклонения (точка 0) от уравновешенного положения (точка 9)

Как видно из графиков, после стабилизации роторы занимают своё равновесное положение с координатой –1,85 мм для ротора 1 и –1,73 мм для ротора 2.

На рисунках 11, 12 представлены графики вертикальных и поперечных ускорений роторов и статора при дестабилизирующем гармоническом отклонении статора с частотой 1 Гц и различной амплитудой (имитация землетрясения, ветровой нагрузки) на стадии подготовки к старту ОТС.

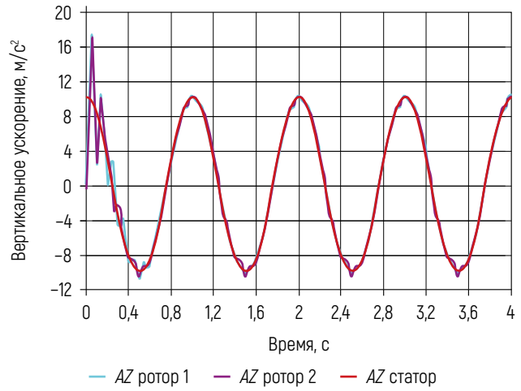


Рисунок 11 – Вертикальные ускорения
центров масс роторов и статора во время действия
гармонического вертикального возмущения
амплитудой 250 мм и частотой 1 Гц

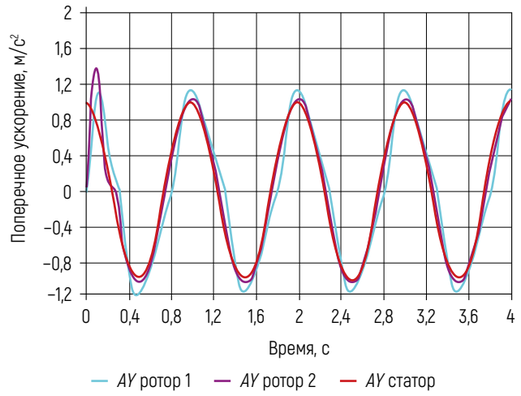
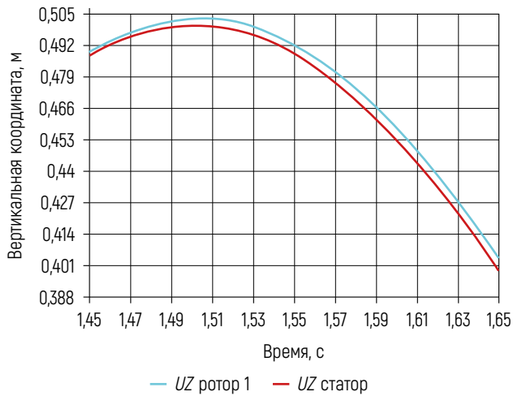


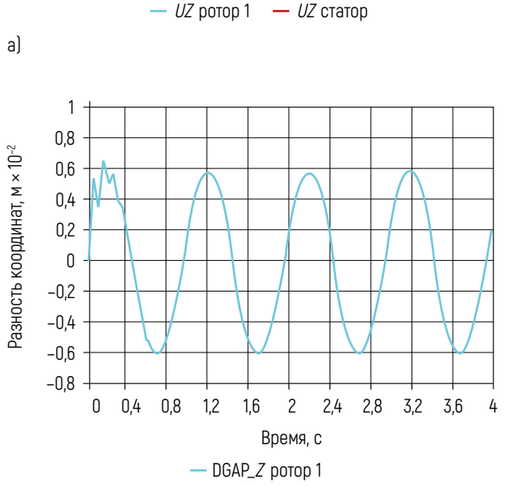
Рисунок 12 – Поперечные ускорения
центров масс роторов и статора во время действия
гармонического поперечного возмущения
амплитудой 25 мм и частотой 1 Гц

Результаты имитационного моделирования динамического отклика роторов и статора при различных вариантах дестабилизирующих воздействий указывают на возможность реализации МССУ на основе постоянных магнитов и хорошую работоспособность предложенного конструктивного варианта, обеспечивающего безопасное функционирование ОТС при вертикальной инерционной нагрузке до 12 м/с^2 (в направлении действия гравитации) и поперечной нагрузке до 1,2 м/с^2. На рисунках 13, 14 показано изменение зазора между магнитными группами силовых блоков МССУ при таких возмущениях.

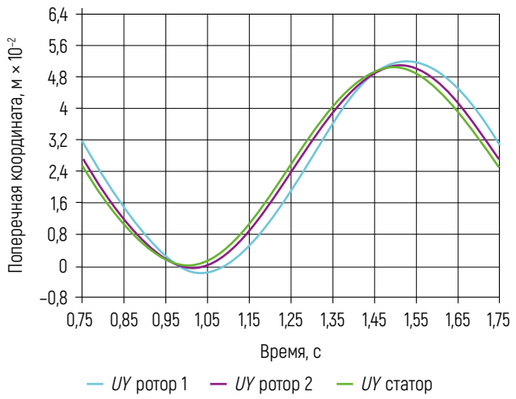
Из графика 14б следует: ротор 1 ввиду своей большей массы по сравнению с ротором 2 подвержен гораздо большим поперечным отклонениям, что ограничивает максимальные инерционные нагрузки в этом направлении для ОТС. В качестве рекомендации предлагается проработать конструкцию с дополнительными силовыми блоками в поперечном направлении для ротора 1.



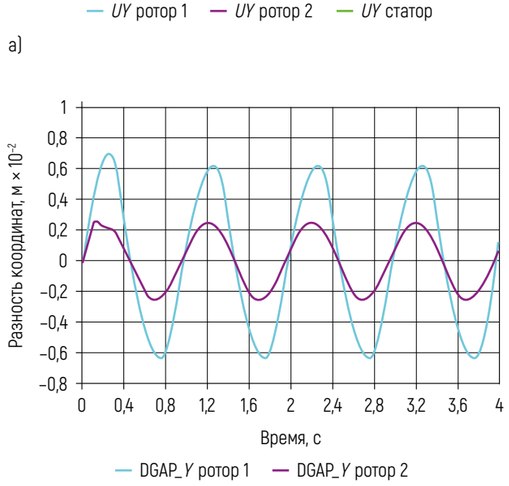
а)



б)



а)



б)

Рисунок 13 – Изменения линейных координат центров масс ротора 1 и статора во время действия гармонического вертикального возмущения амплитудой 250 мм и частотой 1 Гц: а – абсолютное изменение вертикальной координаты; б – относительная разность вертикальных координат статора и ротора 1

Рисунок 14 – Изменения линейных координат центров масс роторов и статора во время действия гармонического поперечного возмущения амплитудой 25 мм и частотой 1 Гц: а – абсолютное изменение вертикальной координаты; б – относительная разность вертикальных координат статора и роторов

Заключение

В настоящей статье сформулированы ключевые технические требования и подходы к проектированию системы стабилизации линейных роторов в вакуумных каналах линейных статоров. Предложена реализация такой системы на основе постоянных магнитов, которая обеспечит минимальное энергопотребление и высокий уровень безопасности ОТС как главного элемента проекта безракетного освоения ближнего космоса.

Разработаны расчётная методика и компьютерная модель, благодаря которым можно оценить динамику и устойчивость МССУ линейных роторов к внешним дестабилизирующим нагрузкам, в частности к гармоническому силовому возмущению, воздействующему на корпус и/или роторы ОТС.

Использование современных цифровых методик расчёта и специализированного программного обеспечения позволяет на этапе проектирования магнитной системы стабилизации роторов осуществить оценку её работоспособности, эффективности и безопасности на всех стадиях функционирования. Дальнейший этап исследований и моделирования – опытная проверка характеристик предложенной конструкции силового блока с последующей валидацией результатов расчёта и испытаний, а также совершенствование применяемых расчётных методик и компьютерных моделей для поиска оптимальных компоновочных решений при практической реализации магнитной системы стабилизации линейных роторов в конструкции ОТС.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
2. *Юницкий, А.Э. Программа SpaceWay – единственно возможный сценарий спасения земной технократической цивилизации от угасания и гибели / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 31–39.*
3. *Юницкий, А.Э. Магнитная система силового стабилизирующего узла общепланетарного транспортного средства / А.Э. Юницкий, В.Л. Лукша // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 56–63.*
4. *Мартыненко, Ю.Г. О проблемах левитации тел в силовых полях / Ю.Г. Мартыненко // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 3. – С. 82–86.*
5. *Юницкий, А.Э. Создание математической модели общепланетарного транспортного средства с оптимизацией положения и учётом влияния динамических факторов / А.Э. Юницкий, Р.А. Шаршов, А.А. Абакумов // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 182–193.*
6. *Юницкий, А.Э. Создание математической модели общепланетарного транспортного средства: разгон маховиков, прохождение атмосферы, выход на орбиту / А.Э. Юницкий, Р.А. Шаршов, А.А. Абакумов // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 77–83.*
7. *Bashyam, A. Design and Experimental Validation of Unilateral Linear Halbach Magnet Arrays for Single-Sided Magnetic Resonance / A. Bashyam, M. Li, M.J. Cima // Journal of Magnetic Resonance. – 2018. – Vol. 292. – P. 36–43.*
8. *Rare Earth Elements Aren't the Secret Weapon China Thinks They Are [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.theverge.com/2019/5/23/18637071/rare-earth-china-production-america-demand-trade-war-tariffs. – Дата доступа: 06.05.2023.*
9. *Общая физика: электричество и магнетизм / А.К. Есман [и др.]. – Минск: БНТУ, 2017. – 300 с.*

УДК 53.098

Обеспечение левитации ротора общепланетарного транспортного средства при помощи постоянных магнитов

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

С.В. Артюшевский[2]

В.Л. Лукша[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

КПД движителя ротора общепланетарного транспортного средства (ОТС) должен асимптотически приближаться к 100 %. Для выполнения данного условия авторами настоящей работы выбрана в качестве наиболее энергоэффективной магнитная система, состоящая из двух подсистем: силового удержания ротора в нужном положении (на постоянных магнитах) и стабилизации (на базе электромагнитов). Подсистема постоянных магнитов принимает на себя всю нагрузку, и только в переходных режимах часть нагрузки ложится на электромагниты. Предыдущие экспериментальные модели имеют существенные недостатки: неработоспособность на низких скоростях, большое сопротивление осевому перемещению ротора, присутствие недопустимых собственных колебаний и нагрева ротора. Как следствие – недостаточный КПД движителя в целом. В статье представлено конструктивное решение, лишённое упомянутых недостатков, обеспечивающее левитацию магнитного ротора, вместе с тем не препятствующее его свободному осевому перемещению. Для организации равномерного движения без потерь от краевых эффектов предлагается применение магнитов специальной формы и размеров.

Ключевые слова:
магнитная левитация, общепланетарное транспортное средство (ОТС), постоянные магниты, сводчатые магниты.

UDC 53.098

Providing Levitation of the General Planetary Vehicle Rotor Using Permanent Magnets

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

S. Artyushevsky[2]

V. Looksha[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

The efficiency factor of the rotor propulsion system of the General Planetary Vehicle (GPV) should asymptotically approach 100 %. To fulfill this condition, the authors of this work have chosen a magnetic system as the most energy-efficient one consisting of two subsystems: forceful rotor holding in the desired position (on permanent magnets) and stabilization (based on electromagnets). The permanent magnet subsystem takes on the entire load, and only in transient modes a part of the load falls on the electromagnets. Previous experimental models have significant disadvantages: inoperability at low speeds, high resistance to axial movement of the rotor, the presence of unacceptable natural vibrations and heating of the rotor. As a consequence, the efficiency factor of the propulsion unit as a whole is insufficient. The article presents a design solution that is devoid of the mentioned disadvantages, ensuring levitation of the magnetic rotor, but at the same time not interfering with its free axial movement. To organize uniform movement without losses from edge effects, it is proposed to use magnets of special shapes and sizes.

Keywords:
General Planetary Vehicle (GPV), magnetic levitation, permanent magnets, vaulted magnets.

Введение

В истории развития транспортной отрасли чётко прослеживается её важное значение в социальном, экономическом и военном становлении общества и нашей техногенной цивилизации [1]. Именно транспорт может сыграть ключевую роль в пространственном разделении техносферы и биосферы, переместив опасные и вредные производства в ближний космос. Такую идею выдвинул ещё К.Э. Циолковский, а решение, как это сделать, нашёл изобретатель и инженер А.Э. Юницкий [2], разработавший конструктив общепланетарного транспортного средства (ОТС) – геокосмического летательного аппарата длиной более 40 000 км. За один подъём данная самонесущая система, функционирующая только за счёт внутренних сил, способна перенести в околоземное пространство и обратно до 10 млн тонн полезной нагрузки. Современные ракеты имеют низкую грузоподъёмность (до 100 тонн) и высокий уровень энергопотребления (общий энергетический КПД менее 1 %) [2]. Эти два ключевых фактора делают крайне высокой стоимость геокосмических перевозок с помощью ракет-носителей и, соответственно, сдерживают индустриализацию космоса.

В ОТС основным источником энергопотребления является система «двигатель – подвес» – комплекс конструктивных элементов, обеспечивающих вывешивание, поддержание и разгон линейных маховиков до космических скоростей. Это одна из главных частей ОТС; повышение её КПД – ключевая задача, решение которой приведёт к снижению снаряжённой массы транспорта, увеличению надёжности системы в целом и минимальному энергопотреблению.

Следует начать с минимизации энергозатрат на бесконтактное поддержание линейных роторов в подвешенном состоянии относительно стенок вакуумных каналов. Для этого требуется разработка системы магнитной левитации и стабилизации роторов, которая позволит без осевого сопротивления достигать скорости 12 км/с, необходимой для подъёма ОТС массой порядка 40 млн тонн в ближний космос – на круговую экваториальную орбиту [3].

Постановка задачи

Магнитная левитация – способ подвешивания объекта (тела) с помощью магнитного поля. Применяется для компенсирования силы тяжести, ускорения свободного падения, центробежных или любых других сил.

В подвесах магнитное поле создаётся постоянными магнитами, основными преимуществами которых считаются энергонезависимость и стабильные характеристики в течение длительного периода эксплуатации. Подвешенное тело частично или полностью должно быть выполнено из ферромагнитных материалов и способно нести постоянные магниты. Подвес объекта происходит за счёт сил отталкивания и/или притяжения.

Магнитный подвес – это экологически чистая система, которая снижает шум, вибрацию и износ, вызванные трением, и не загрязняет окружающую среду. Что касается левитации, то одним из наиболее популярных методов является электромагнитная подвеска (EMS). Однако данная система имеет проблемы с энергопотреблением и нагревом, поскольку для поддержания нужного воздушного зазора необходимо подавать постоянный ток.

Постоянные магниты (PMS) применяются наряду с электромагнитами с целью снижения энергопотребления. Общий вес левитирует благодаря PMS, а EMS используется для устранения внешних помех и колебаний веса. Мощность в основном расходуется в переходный период, и повышение температуры катушки может быть сведено к минимуму. Ещё одно преимущество подобных гибридных систем – сокращение количества дополнительных электронных компонентов за счёт задействования EMS малой мощности.

Использование PMS для левитации, боковой стабилизации и линейного перемещения снимает обязательность постоянного контроля и упрощает системы управления, снижает риски отказов во время работы, повышает эффективность и надёжность системы. Такой подвес становится энергонезависимым и не нуждается в дополнительном электропитании от внешней сети. Поскольку магнитные поля рассеиваются уже на малых расстояниях, исключается необходимость применения пассивных и/или активных магнитных экранов. При этом возможность использования больших зазоров между подвижными элементами снижает требования к точности изготовления и качеству поверхности путевой структуры и ротора. В результате происходит значительное уменьшение капитальных и эксплуатационных затрат (по предварительным расчётам авторов, в 3–4 раза по сравнению с традиционными технологиями), практически исключается сервисное обслуживание систем PMS в связи с их высокой надёжностью и длительным сроком службы магнитов.

Согласно теореме Ирншоу (1842 г.) в системе тел, взаимодействующих посредством полей, потенциал которых изменяется обратно пропорционально расстоянию от источника и которые не способны к изотропному вытеснению полей взаимодействия из занимаемого пространства, устойчивое равновесие невозможно. Это накладывает ряд ограничений и требует новых концептуальных решений конструкции подвеса, учёта всех имеющихся в системе сил и последовательного устранения и/или компенсации влияния их взаимодействия. К полям, потенциал которых уменьшается обратно пропорционально квадратам расстояний от источников, в нашем случае относятся гравитационное, магнитное и электростатическое [4]. Для получения устойчивого равновесия в таких полях необходима система с отсутствующей потенциальной энергией в точке равновесия. В существующих на сегодняшний день системах левитации на основе PMS в направлении одной из степеней свободы равновесие невозможно. Значит, требуется обеспечивать и левитацию, и боковую стабилизацию.

Следовательно, создаваемая система подвеса на основе PMS должна иметь максимальное рабочее усилие в радиальном направлении (направление центробежных сил) и минимальное тангенциальное усилие от бокового торцевого смещения относительно друг друга в направлении «исключённого» равновесия.

Разработка концепции применения PMS

Разрабатываемая система левитации на основе PMS предназначена для поддержания и перемещения в подвешенном бесконтактном положении кольцевого ротора ОТС с массой 250 кг/пог. м на скорости до 12 км/с.

Целью создания модельной установки является экспериментальное подтверждение возможности получения динамической левитации и стабилизации ротора с отсутствием краевых эффектов. Предметные задачи для достижения поставленной цели:

- разработать концепцию применения PMS, предполагающую использование сводчатых магнитов в сочетании с полученной схемой направления полей и сил, а также отсутствие магнитных ям и сил притяжения между вакуумной путевой структурой и ротором;
- создать экспериментальную установку, применяя сводчатые постоянные магниты в сочетании с разработанной схемой направления полей и сил;
- добиться линейного перемещения ротора, при котором отсутствуют магнитные ямы и силы притяжения между путевой структурой и ротором, выполнить измерения вертикальных и боковых сил.

Использование магнитов специальной формы

Магнитное поле PMS зависит от формы магнита и представляет собой концентрические окружности (рисунок 1). При последовательном расположении магнитов поля перераспределяются, но также имеют сферическо-эллиптическую форму. Магнитные полюса ориентированы в пространстве так, чтобы магнитная индукция в рабочем зазоре отвечала техническим требованиям.

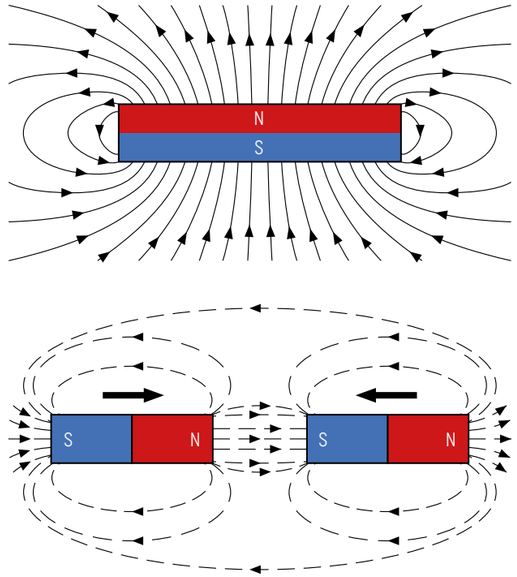


Рисунок 1 – Форма полей
одиночного и последовательно расположенных магнитов

Учитывая, что магнитное поле является контактной поверхностью скольжения и формирует траекторию движения ротора (с ямами и гребнями), то волнообразная поверхность плотных магнитных полей удлиняет пройденный путь, включает гравитационную и инерционную силу, а также провоцирует галопирование и вибрирование системы. Следует отметить, что даже при однополюсном расположении магнитов происходит взаимодействие (притяжение) противоположных полюсов, когда совпадает край подвижного и неподвижного магнита. Возникает краевой эффект, который в синергии с магнитной ямой, уменьшающей зазор и усиливающей таким образом притяжение, создаёт дополнительное сопротивление и дисбаланс системы.

Для исключения краевого эффекта, выявленного при предварительных расчётах, предложено использовать магниты специальной сводчатой формы (рисунок 2).

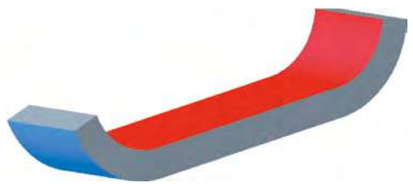


Рисунок 2 – Сводчатый магнит

Преимущество данного типа магнитов заключается в дистанционировании края с противоположным полюсом на расстояние, достаточное для устранения сил притяжения.

Проведён расчёт сил взаимодействия системы левитирующего подвеса на основе сводчатых постоянных магнитов.

Постановка задачи: рассчитать силовое взаимодействие и построить карту распределения линий магнитной индукции в системе PMS.

В качестве базовой модели подвеса принята компоновка с неподвижными магнитами (статором) и подвижными магнитами (ротором) одинаковой формы и размеров со следующими характеристиками:

- материал $Nd_2Fe_{14}B$;
- марка материала N40;
- магнитная индукция 1,26 Тл;
- коэрцитивная сила 955 кА/м.

Происходит равномерное перемещение ротора относительно статора со скоростью 0,1 м/с; отмечаются безвоздушная среда, давление 0 Па, температура 22 °С.

Магниты ротора математически сгруппированы в единую жёсткую конструкцию – ротор; магниты статора также объединены в одну конструкцию – статор (это исключает взаимное перемещение внутри конструкции). Далее проведён расчёт силы, с которой статор воздействует на ротор. Построен график зависимости этой силы от перемещения ротора относительно статора. Расчётная модель показана на рисунке 3. Верхняя пара магнитов перемещается относительно нижних в направлении, указанном стрелкой. Моделирование и расчёт силовых взаимодействий магнитных конструкций проведены при помощи программного обеспечения Ansys 2022 R1.

Граничные условия расчёта: материал магнитов N40, гравитация Земли, зазор «ротор – статор», геометрия магнитов, характер перемещения ротора относительно статора.

Результаты расчётов представлены в виде схем распределения магнитных полей и магнитного потока (рисунки 4, 5), графика зависимости (рисунок 6).

В расчётной модели присутствуют одинаковые магниты длиной 300 мм, шириной 70 мм, толщиной 20 мм и с закруглением радиуса 38 мм (рисунок 2).

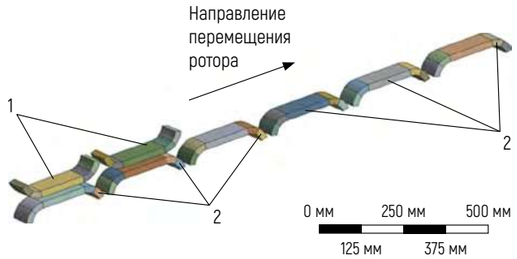


Рисунок 3 – Расчётная модель:
1 – магниты ротора; 2 – магниты статора

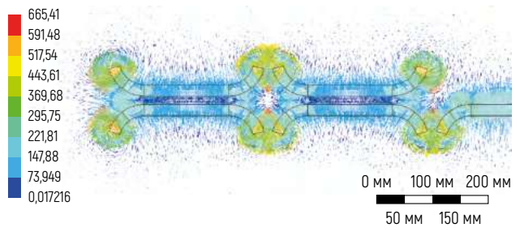


Рисунок 4 – Распределение магнитного потока
в начальной позиции, мТл

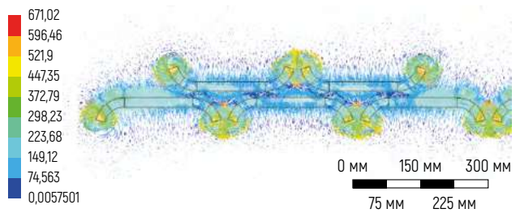


Рисунок 5 – Распределение магнитного потока
при продольном смещении магнитов ротора
относительно магнитов статора на 160 мм, мТл

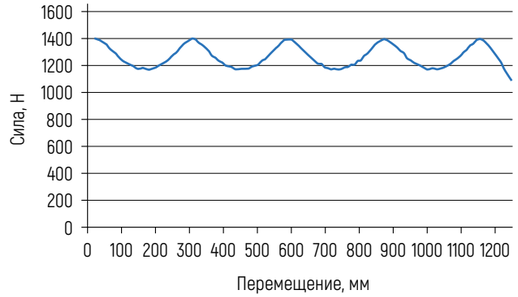


Рисунок 6 – График зависимости силового взаимодействия
между результирующими векторными суммами полей магнитов
статора и ротора от их взаимного перемещения

Сначала найдена векторная сумма всех магнитных сил, принадлежащих ротору. Далее определена векторная сумма всех магнитных сил, принадлежащих статору (рисунок 3). В результате установлены две силы: одна действует на ротор со стороны статора, другая – на статор со стороны ротора. Далее ротор перемещается с шагом 5 мм относительно статора. На каждом шаге рассчитано взаимодействие найденных сил.

На основании полученных данных построен график зависимости силы отталкивания между ротором и статором от величины смещения ротора относительно статора (рисунок 6). Магниты ротора и статора обращены друг к другу одноимёнными полюсами. График показывает волнообразные колебания с шагом 300 мм, что соответствует длине магнитов ротора/статора. При этом зоны провалов совпадают с расположением центров магнитов ротора над стыками магнитов статора. Для устранения данного эффекта предложено использовать удлинённые постоянные магниты ротора, что позволит магнитному полю PMS ротора постоянно опираться сразу на несколько гребней магнитных полей PMS статора и проходить над магнитными ямами не проваливаясь.

Далее рассчитано силовое взаимодействие и построена карта распределения линий магнитной индукции в системе PMS; применены сводчатые магниты различной длины. Компоновка принята прежняя: с неподвижными магнитами (статором) и подвижными магнитами (ротором) одинаковой формы, но разных размеров. Характеристики и условия проведения расчёта не изменились.

Происходит равномерное перемещение ротора относительно статора со скоростью 0,1 м/с; отмечаются безвоздушная среда, давление 0 Па, температура 22 °С. Верхний ряд магнитов перемещается относительно нижнего.

Проведён расчёт и построен график зависимости силового взаимодействия двух массивов магнитов при различных линейных размерах компонентов массива. Размеры магнитов ротора: 500 × 70 мм, 575 × 70 мм и 650 × 70 мм; статора: 275 × 70 мм.

Расчётные модели изображены на рисунках 7, 10, 13.

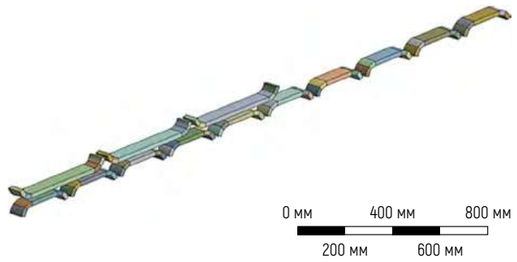


Рисунок 7 – Расчётная модель
при длине магнитов ротора 500 мм
(первый расчётный случай)

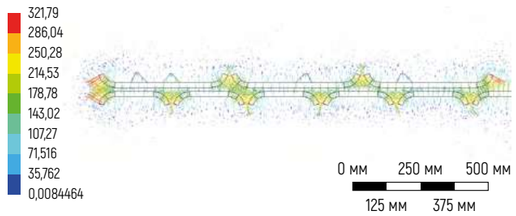


Рисунок 8 – Распределение магнитного потока в начальной позиции
при длине магнитов ротора 500 мм, мТл

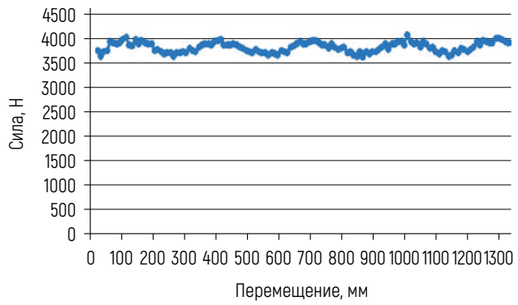


Рисунок 9 – График зависимости силового взаимодействия
между статором и ротором от их взаимного перемещения
при длине магнитов ротора 500 мм

Результаты расчёта представлены в виде схем распределения магнитных потоков (рисунки 8, 11, 14) и графиков зависимости (рисунки 9, 12, 15). Зависимость удельной силы взаимного отталкивания от перемещения ротора относительно статора показана в таблице 1. Графики зависимости удельной силы взаимодействия между статором и ротором от их взаимного перемещения при различной длине магнитов ротора продемонстрированы на рисунках 16–18.

Для третьего расчётного случая результаты после перемещения на 1000 мм не учитывались, так как ротор вышел за границу магнитов статора (рисунок 18).

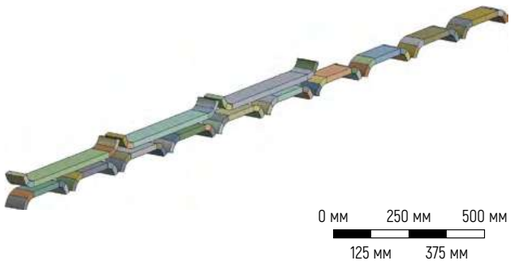


Рисунок 10 – Расчётная модель при длине магнитов ротора 575 мм (второй расчётный случай)

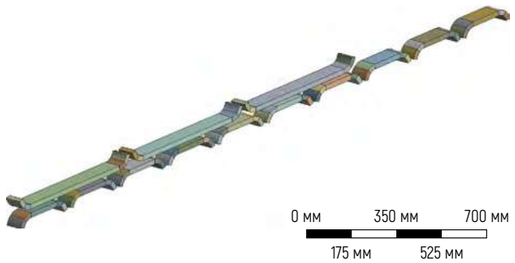


Рисунок 13 – Расчётная модель при длине магнитов ротора 650 мм (третий расчётный случай)

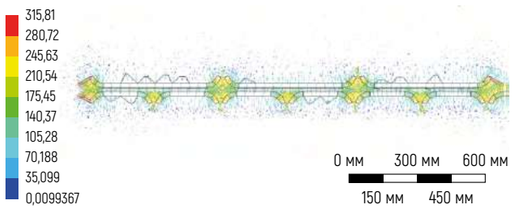


Рисунок 11 – Распределение магнитного потока в начальной позиции при длине магнитов ротора 575 мм, мТл

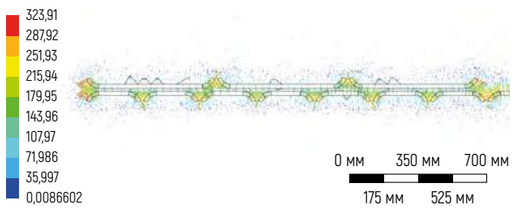


Рисунок 14 – Распределение магнитного потока в начальной позиции при длине магнитов ротора 650 мм, мТл

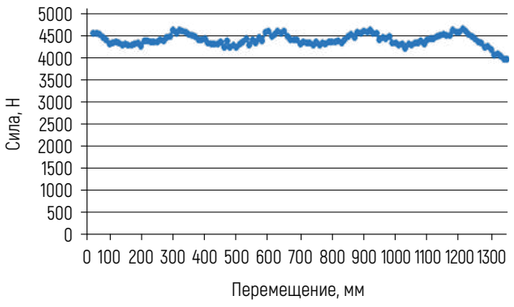


Рисунок 12 – График зависимости силового взаимодействия между статором и ротором от их взаимного перемещения при длине магнитов ротора 575 мм

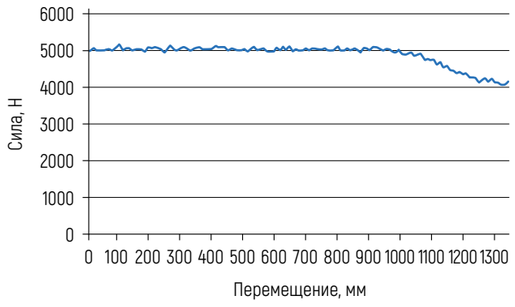


Рисунок 15 – График зависимости силового взаимодействия между статором и ротором от их взаимного перемещения при длине магнитов ротора 650 мм

Таблица 1 – Зависимость удельной силы взаимного отталкивания от смещения ротора относительно статора

Смещение, мм	Длина магнитов ротора, мм								
	500			575			650		
	Удельная сила, Н/м²	Δ, Н/м²	Δ, %	Удельная сила, Н/м²	Δ, Н/м²	Δ, %	Удельная сила, Н/м²	Δ, Н/м²	Δ, %
50	47 552	–	–	47 757	–	–	45 419	–	–
150	48 897	1345	2,8	45 182	–2575	–5,4	45 866	447	1
200	49 602	2050	4,3	45 278	–2479	–5,2	45 521	102	0,2
250	47 263	–289	–0,6	44 537	–3220	–6,7	45 821	402	0,9
300	46 846	–706	–1,5	45 728	–2029	–4,2	46 383	964	2,1
350	47 438	–114	–0,2	48 572	815	1,7	46 718	1299	2,9
400	49 211	1659	3,5	47 405	–352	–0,7	45 893	474	1
450	49 017	1465	3,1	46 417	–1340	–2,8	45 680	261	0,6
500	48 429	877	1,8	45 539	–2218	–4,6	46 228	809	1,8
550	47 887	335	0,7	44 440	–3317	–6,9	45 869	450	1
600	47 021	–531	–1,1	46 271	–1486	–3,1	45 964	545	1,2
650	46 892	–660	–1,4	48 122	365	0,8	45 281	–138	–0,3
700	49 205	1653	3,5	48 201	444	0,9	46 420	1001	2,2
750	49 516	1964	4,1	45 164	–2593	–5,4	45 569	150	0,3
800	48 369	817	1,7	45 621	–2136	–4,5	45 962	543	1,2
850	47 295	–257	–0,5	45 714	–2043	–4,3	45 530	111	0,2
900	47 038	–514	–1,1	47 073	–684	–1,4	45 992	573	1,3
950	48 273	721	1,5	48 170	413	0,9	46 020	601	1,3
1000	47 038	–514	–1,1	47 073	–684	–1,4	45 992	573	1,3
1050	49 314	1762	3,7	45 502	–2255	–4,7	45 046	–373	–0,8
1100	47 988	436	0,9	45 011	–2746	–5,7	44 886	–533	–1,2
1150	47 135	–417	–0,9	46 275	–1482	–3,1	43 478	–1941	–4,3
1200	47 922	370	0,8	47 449	–308	–0,6	41 299	–4120	–9,1
1250	49 672	2120	4,5	48 105	348	0,7	40 233	–5186	–11,4
1300	49 558	2006	4,2	46 512	–1245	–2,6	38 786	–6633	–14,6

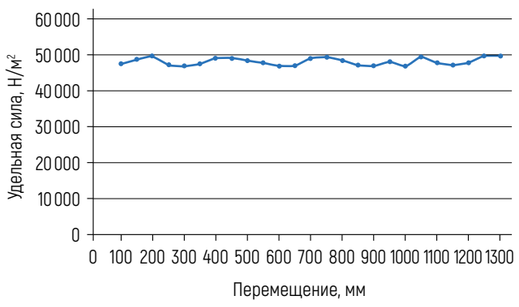


Рисунок 16 – График зависимости удельной силы взаимодействия между статором и ротором от их взаимного перемещения при длине магнитов ротора 500 мм

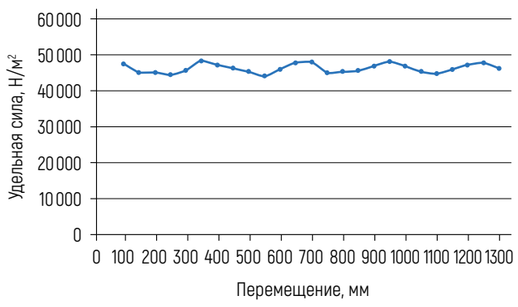


Рисунок 17 – График зависимости удельной силы взаимодействия между статором и ротором от их взаимного перемещения при длине магнитов ротора 575 мм

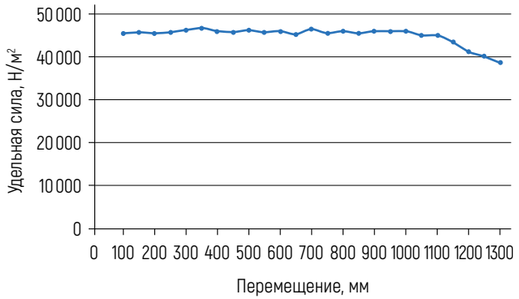


Рисунок 18 – График зависимости удельной силы взаимодействия между статором и ротором от их взаимного перемещения при длине магнитов ротора 650 мм

В качестве альтернативной модели подвеса PMS принята компоновка (рисунок 19) с неподвижными магнитами (статором) размером 50 × 70 × 20 мм и подвижными магнитами (ротором) размером 525 × 70 × 20 мм. Характеристики магнитов статора и ротора:

- материал $Nd_2Fe_{14}B$;
- марка материала N40;
- магнитная индукция 1,26 Тл;
- коэрцитивная сила 955 кА/м.

Происходит равномерное перемещение ротора относительно статора со скоростью 0,1 м/с; отмечаются безвоздушная среда, давление 0 Па, температура 22 °С.

Проведён расчёт силы, с которой статор воздействует на ротор. Построен график её зависимости от перемещения ротора относительно статора. Моделирование и расчёт силовых взаимодействий магнитных конструкций выполнены при помощи программного обеспечения Ansys 2022 R1.

Граничные условия расчёта: материал магнитов N40, гравитация Земли, зазор «ротор – статор», геометрия магнитов, характер перемещения ротора относительно статора.

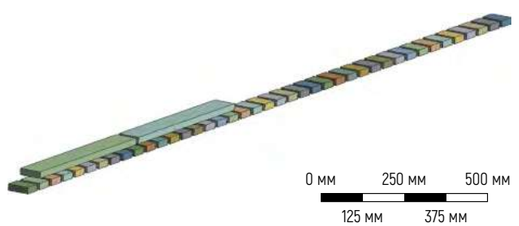


Рисунок 19 – Расчётная модель

Результаты расчёта представлены в виде 3D-схем векторов сил и магнитных полей (рисунки 20, 21), графиков зависимости (рисунки 22, 23) и в таблице 2.

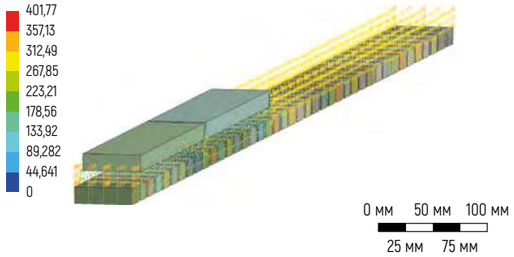


Рисунок 20 – 3D-схема векторов сил, возникающих при взаимодействии плоских неодимовых магнитов, мТл

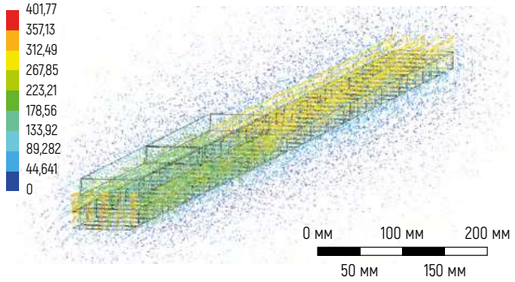


Рисунок 21 – 3D-схема магнитных полей, возникающих при взаимодействии плоских неодимовых магнитов, мТл

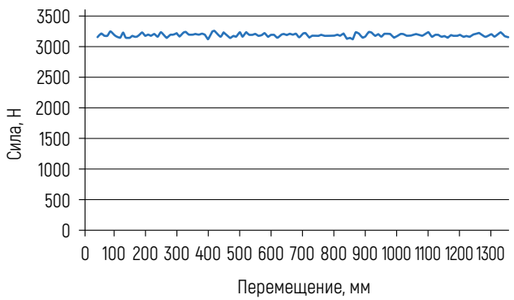


Рисунок 22 – График зависимости силового взаимодействия между результирующими векторными суммами полей магнитов статора и ротора от их взаимного перемещения

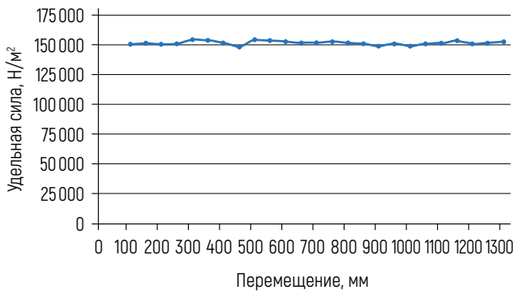


Рисунок 23 – График зависимости удельной силы взаимодействия между статором и ротором от их взаимного перемещения при размерах магнитов ротора 525 × 70 × 20 мм, статора 50 × 70 × 20 мм (общая площадь магнитов ротора 0,021 м²)

Таблица 2 – Зависимость удельной силы взаимодействия между магнитами ротора и статора от их взаимного смещения

Смещение, мм	Удельная сила, Н/м²
50	150 429
150	151 859
200	150 140
250	151 501
300	154 518
350	153 901
400	151 829
450	148 340
500	154 467
550	154 106
600	152 844
650	152 239
700	151 792
750	153 266
800	151 652
850	151 230
900	149 796
950	151 577
1000	149 796
1050	151 315
1100	152 150
1150	154 052
1200	151 451
1250	152 286
1300	152 994

Анализ альтернативных вариантов

На рисунке 20, показывающем векторы сил, возникающих при взаимодействии плоских магнитов, прослеживаются паразитные силы притяжения магнитов вдоль торцов статора и ротора, что приведёт к дестабилизации системы в поперечном направлении и притяжению торцов. Так как это взаимодействие постоянно на всём протяжении движения ротора (за исключением незначительных колебаний из-за наличия зазоров в статоре), то на графиках данное явление учитывается только в величине силы левитации. 2D-схема (рисунок 24) определила подобный краевой эффект в местах совпадения торцов магнитов ротора и статора. Поскольку эти силы дискретны, то они вызывают перепады силы левитации (в меньшую сторону) и ведут к галопированию ротора. Частота колебаний зависит от геометрических размеров PMS статора и ротора.

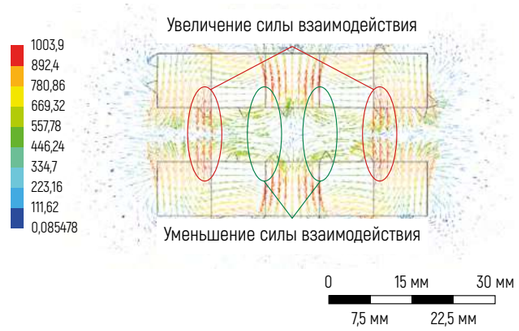


Рисунок 24 – 2D-схема векторов сил при применении плоских неодимовых магнитов, мТл

На основании проведённых расчётов и анализа данных двух направлений исследования левитирующих PMS появилось решение создать систему, где статор и ротор состоят из кубических магнитов, пространственно сориентированных по схеме массива Хальбаха [5]. Размер магнитов: 10 × 10 × 10 мм. Расстояние между массивами: 10 мм. Геометрический размер магнита не имеет значения и на конечный итог не влияет.

Результаты моделирования и расчётов (рисунки 25, 26, таблица 3) показывают полную невозможность применения двумерных массивов Хальбаха для решения поставленной задачи.

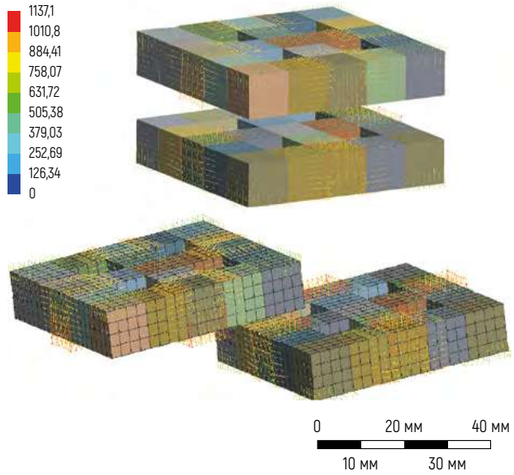


Рисунок 25 – 3D-схема векторов сил
при расположении массивов
друг напротив друга и со сдвигом, мТл

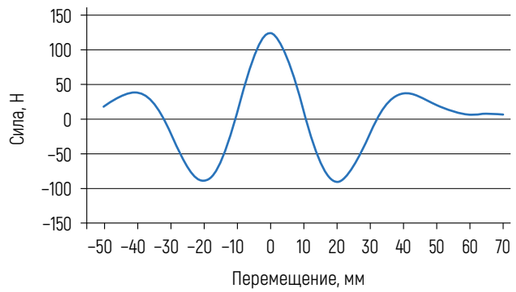


Рисунок 26 – График зависимости усилия от перемещения
одного двумерного массива Хальбаха относительно другого

Таким образом, наиболее перспективной оказывается конфигурация магнитов, изображённая на рисунке 19. С целью минимизации краевых эффектов, увеличивающих сопротивление движению, модель была доработана. Магниты получили скругления (рисунок 27).

На рисунках 28 и 29 показаны зависимости сил сопротивления движению ротора от его перемещения при прямоугольной и сводчатой формах магнитов.

Как видно из графиков (рисунки 28, 29), сила сопротивления движению практически не зависит от формы магнитов, а вот подъёмная сила в случае применения сводчатых магнитов на 14 % выше (рисунки 30, 31).

Таблица 3 – Зависимость силы взаимодействия
двух двумерных массивов Хальбаха от их взаимного смещения

Смещение, мм	Сила, Н
−50	18,6
−45	32,3
−40	37,7
−35	21,2
−30	−20,83
−25	−68,95
−20	−88,72
−15	−62,36
−10	11,95
−5	90,59
0	123,76
5	89,09
10	11,06
15	−61,04
20	−90,69
25	−68,57
30	−21,46
35	21,53
40	36,81
45	32,42
50	20,17
55	11,83
60	6,22
65	7,86
70	6,77

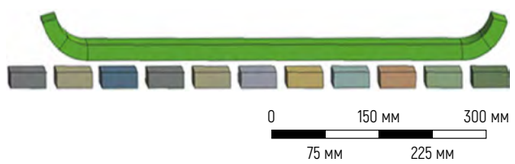


Рисунок 27 – Сводчатый магнит ротора

Рисунок 28 – График зависимости
продольной силы сопротивления движению ротора
от его перемещения при прямоугольной форме магнитов

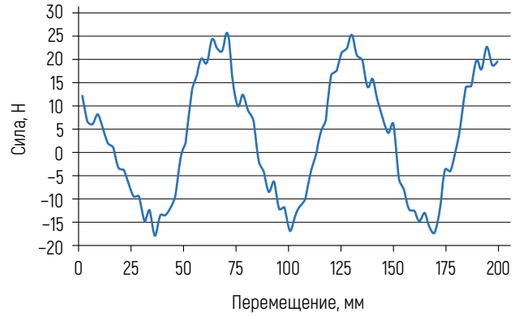


Рисунок 29 – График зависимости
продольной силы сопротивления движению ротора
от его перемещения при сводчатой форме магнитов

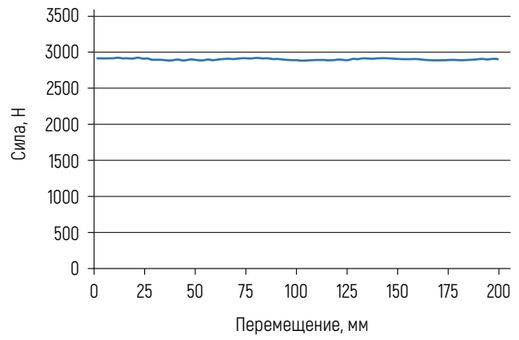


Рисунок 30 – График зависимости
подъёмной силы от перемещения ротора
при прямоугольной форме магнитов

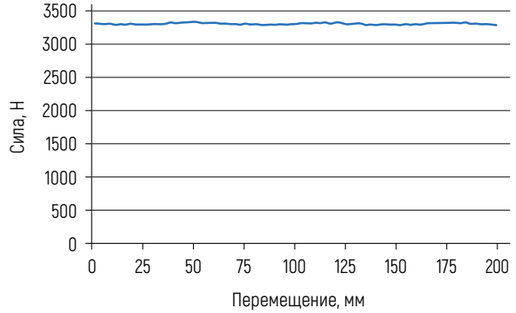


Рисунок 31 – График зависимости
подъёмной силы от перемещения ротора
при сводчатой форме магнитов

Заключение

Полученные значения удельных сил взаимодействия магнитов при заданной компоновке и различных длинах магнитов ротора продемонстрировали снижение разброса между максимальными и минимальными значениями силы при увеличении длины магнитов ротора с 500 мм (6 %) до 650 мм (3,2 %).

Компоновка ротора с магнитами длиной 575 мм показала по разбросу худший результат – 8,6 %. При этом необходимо отметить, что усреднённое значение колебаний уменьшается с 2,1 % при 500 мм до 1,1 % при 650 мм; у ротора с магнитами длиной 575 мм также наблюдался худший показатель – 3,3 %.

После того как будут проверены результаты моделирования натурной моделью, предусмотрено создание конструкции, реализующей магнитный подвес в должной мере и отвечающей всем требованиям.

На дальнейшем этапе исследования предполагается проработка конструкции, исключающей выход силовых линий магнитов за пределы ротора и, соответственно, упраздняющей их взаимодействие с магнитами статора. Таким образом, планируется ещё больше приблизить КПД системы магнитного подвеса линейных роторов ОТС к 100 %.

Список основных источников

1. *Малых, Г.И. Краткая история развития транспортной техники / Г.И. Малых // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2009. – № 1 (21). – С. 169–172.*

2. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
3. *Юницкий, А.Э. Создание математической модели общепланетарного транспортного средства: разгон маховиков, прохождение атмосферы, выход на орбиту / А.Э. Юницкий, Р.А. Шаршов, А.А. Абакумов // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 77–83.*
4. *Антонов, Ю.Ф. Разработка модельной установки и исследование левитации и боковой стабилизации платформы с использованием высокотемпературных сверхпроводников второго поколения / Ю.Ф. Антонов // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2015. – Т. 1, № 2. – С. 62–84.*
5. *Moser, R. Optimization of Two-Dimensional Permanent Magnet Arrays for Diamagnetic Levitation [Electronic resource] / R. Moser, F. Barrot, H. Bleuler // 17th International Conference on Magnetically Levitated Systems and Linear Drives (Maglev 2002). – Lausanne, 2002. – Mode of access: http://www.maglev.ir/eng/documents/papers/conferences/maglev2002/topic10/IMT_CP_M2002_T10_S1_2.pdf. – Date of access: 23.08.2023.*

УДК 621.313.84:681.537:681.586.57

Алгоритмы управления и проведение испытаний прототипа линейного электродвигателя общепланетарного транспортного средства

А.А. Абакумов

М.А. Зименков

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Описывается разработанный для общепланетарного транспортного средства (ОТС) прототип линейного электродвигателя с магнитной левитацией на постоянных магнитах. Показаны конфигурации магнитов статора, которые позволили добиться оптимальной формы магнитной площадки и достаточной силы отталкивания. Приведён алгоритм стабилизации ротора, основанного на пропорционально-интегрально-дифференцирующих (PID) регуляторах. Представлены результаты испытаний, выполненных на опытном стенде.

Ключевые слова:
линейный двигатель, магнитная левитация, общепланетарное транспортное средство (ОТС), система управления.

UDC 621.313.84:681.537:681.586.57

Control Algorithms and Tests of the Prototype of a Linear Electric Motor of the General Planetary Vehicle

A. Abakumov

M. Zimiankou

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

The authors describe the prototype of a linear electric motor with magnetic levitation on permanent magnets which is developed for the General Planetary Vehicle (GPV). There are configurations of the stator magnets which allowed to achieve an optimal shape of the magnetic pad and sufficient repulsive force. A rotor stabilization algorithm based on proportional-integral-derivative (PID) controllers is given. The article also contains the results of tests performed with the help of the test bench.

Keywords:
control system, General Planetary Vehicle (GPV), linear motor, magnetic levitation.

Введение

Линейный электродвигатель – главный конструктивный элемент общепланетарного транспортного средства (ОТС); его разработка считается приоритетным направлением глобальной геокосмической программы uSpace, предложенной инженером А.Э. Юницким [1–3]. Высокие скорости движения ротора предъявляют серьёзные требования к параметрам двигателя, для получения которых нужно решить целый ряд инженерных задач; основная из них – достижение минимального энергопотребления в установившемся режиме и обеспечение близкого к 100 % КПД при разгоне линейного ротора и рекуперации его кинетической энергии.

Решение данных вопросов выполняется по двум различным направлениям: разработка системы магнитной левитации ротора внутри корпуса статора и конструирование линейного двигателя, разгоняющего ротор до скорости 12–15 км/с, необходимой для старта ОТС с поверхности Земли [4].

Для левитации ротора на обозначенной скорости предполагается, что наименьшее энергопотребление будет иметь система, основанная на эффекте Мейснера (квантовая левитация на сверхпроводниках) [5]. Конструкция составлена так, что постоянные магниты непрерывно размещены на роторе и их полярность ориентирована в одном направлении, а сверхпроводники располагаются на статоре вместе с системой охлаждения и теплоизоляцией. Постоянное по своему значению вдоль главной оси двигателя магнитное поле обеспечивает свободное скольжение ротора вдоль статора, при этом фиксирует его в поперечном направлении в связи с возникновением градиента напряжённости магнитного поля.

Данная конструкция является пассивной с точки зрения систем управления; для её применения необходима дополнительная активная система, выполняющая следующие функции: начальное вывешивание ротора, корректировка положения, гашение динамических колебаний и возможная аварийная поддержка [6]. В качестве такой системы предлагается использовать электромагнитную стабилизацию (EMS) на электромагнитах постоянного тока. Этот вариант хорошо совместим с системой левитации на сверхпроводниках, поскольку также требует размещения постоянных магнитов одной ориентации на роторе.

Первоначальная задача – создание стенда, имеющего электромагнитную стабилизацию и разгонную систему, что позволит проверить общую концепцию электродвигателя, его математическую модель и систему управления, а также оценить негативные явления для дальнейшего более детального проектирования двигателя. В настоящем материале приводится описание результатов разработки данного стенда.

Описание аппаратной части стенда

Стенд представляет собой левитирующий кольцевой ротор, имеющий внешний металлический обод, и платформу статора (рисунки 1–3).

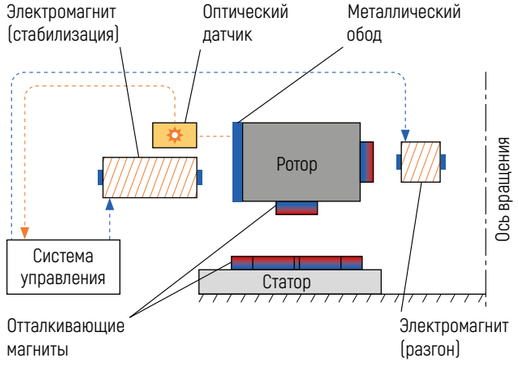


Рисунок 1 – Функциональная схема кольцевой модели стенда

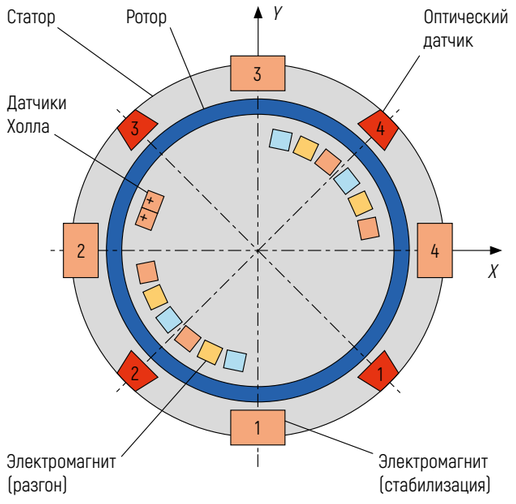


Рисунок 2 – Схема стенда (вид сверху)

Рисунок 3 – Опытный стенд,
разработанный ЗАО «Струнные технологии» (г. Минск, 2023 г.)

Поскольку невозможно получить устойчивое равновесие посредством только постоянных магнитов, применена гибридная схема левитации: постоянные магниты удерживают ротор вертикально, принимая на себя весь его вес, а электромагниты фиксируют ротор в горизонтальном положении, балансируя его в точке неустойчивого равновесия и предотвращая сваливание. Таким образом, по причине отсутствия необходимости постоянного удержания собственного веса электромагнитами энергопотребление системы левитации минимально. Положение ротора относительно точки равновесия определяется с помощью четырёх оптических датчиков статора, которые передают данные в систему управления, отвечающую за непосредственное преобразование получаемого сигнала. Затем транслируется управляющий сигнал на четыре электромагнита, которые стабилизируют горизонтальное перемещение ротора.

В движение ротор приводится двигателем, построенным по принципу бесколлекторного электродвигателя на постоянных магнитах с векторным управлением. Для этого на роторе расположены постоянные магниты чередующейся полярности, а на статор установлены две группы разгонных катушек электродвигателя. Использование двигателя такого типа максимально упрощает конструкцию ротора и предоставляет возможность рекуперативного торможения для возврата энергии. Измерение фазового угла ротора, необходимого для работы двигателя, производится двумя датчиками Холла.

На рисунке 4 приведена структурная схема стенда.

В основе системы лежит микроконтроллер STM32 отладочной платы Nucleo H743ZI2, который выполняет все математические вычисления и отвечает за логику управления. Выбор данной платы обусловлен высокой производительностью и наличием большого количества каналов аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с разрешающей способностью до 16 бит, что требуется сенсорной системой в связи с необходимостью обеспечения максимальной точности и скорости измерений.

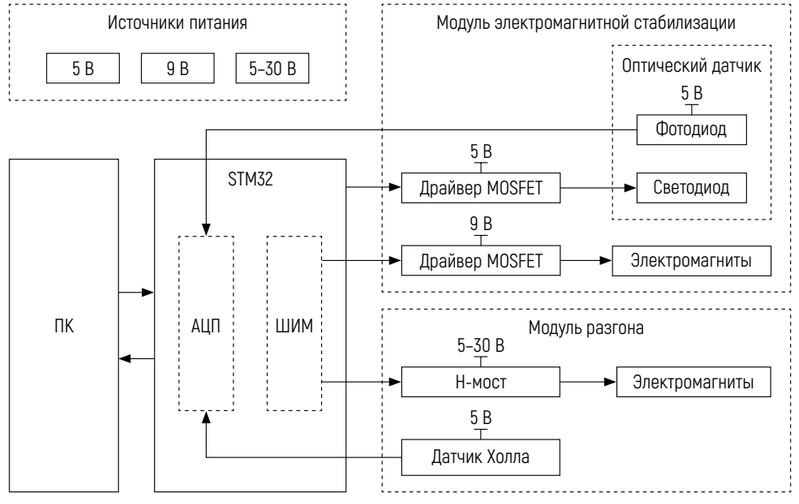


Рисунок 4 – Структурная схема стенда

Отладочная плата осуществляет связь с модулями стабилизации и разгона за счёт АЦП, с помощью которого входной непрерывный сигнал поступает в контроллер в виде дискретного. Для эффективного управления внешними устройствами используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) – способ кодирования задаваемого аналогового сигнала посредством изменения длительности импульсов постоянной частоты.

Модуль электромагнитной стабилизации

Так как напряжение выхода на отладочной плате Nucleo составляет 3,3 В, управление мощной нагрузкой осуществляется с помощью драйвера MOSFET, подключённого к источнику более высокого напряжения. Для функционирования оптических датчиков на драйвер подаются управляющие импульсы амплитудой 3,3 В, что приводит к появлению рабочих импульсов амплитудой 5 В на группе светодиодов. Они, в свою очередь, испускают свет, часть которого, отражаясь от внешнего объекта, возвращается в приёмник – фотодиод. В зависимости от количества отражённого света фотодиод передаёт аналоговый сигнал на АЦП контроллера, где происходит его дальнейшая обработка.

Стабилизационные электромагниты также управляются посредством драйвера MOSFET с гальванической развязкой. Электрическая изоляция обеспечивает независимость сигнальной цепи от силовой, что повышает помехоустойчивость и безопасность соединений. После всех преобразований на драйвер электромагнитов подаются ШИМ-сигналы заданных длительностей, что создаёт изменяющуюся силу притяжения.

Модуль разгона

Электромагниты разгона управляются при помощи мостового драйвера (Н-моста). Данный элемент системы позволяет менять направление тока нагрузки при отправке комбинации разрешающих сигналов на транзисторы драйвера с цифровых выходов отладочной платы. Это приводит к изменению полярности электромагнита для работы на притяжение либо отталкивание, что делает статор источником переменного магнитного поля, взаимодействующего с ротором как источником постоянного поля.

Для определения углового положения ротора и скорости его вращения используются аналоговые датчики Холла. Считывание сигналов происходит через АЦП. Для функционирования узлов системы задействовано три источника питания. С помощью персонального компьютера (ПК) производятся отладка системы управления, переключение режимов работы стенда, ввод и вывод параметров.

Ключевые параметры элементов стенда приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры элементов стенда

Параметр	Значение
Размеры стенда (диаметр × высота), мм	640 × 75
Размеры ротора (диаметр внешний × × диаметр внутренний × высота), мм	552 × 472 × 22
Масса ротора, г	1250
Количество магнитов статора, шт.	450
Количество магнитов ротора (левитация), шт.	150
Количество магнитов ротора (разгон), шт.	92
Вертикальный зазор между магнитами ротора и статора в состоянии левитации, мм	13
Зазор между ротором и катушками стабилизации, мм	2–3
Количество катушек стабилизации, шт.	4
Напряжение катушек стабилизации, В	9
Индуктивность катушек стабилизации, мГн	50–80 (в зависимости от расстояния до ротора)
Сопротивление катушки стабилизации, Ом	5,3
Число витков катушки стабилизации	800
Толщина проволоки катушки стабилизации, мм	0,6
Время переключения драйвера электромагнитов стабилизации, мкс	5
Количество катушек разгона, шт.	12
Напряжение катушек разгона, В	9; 12; 15
Индуктивность катушки разгона, мГн	4,1
Сопротивление катушки разгона, Ом	4,1
Число витков катушки разгона	600
Толщина проволоки катушки разгона, мм	0,4
Отладочная плата	STM32 Nucleo H743ZI2
Производительность, МГц	480
Количество оптических датчиков, шт.	4
Максимальная частота работы датчиков (светодиода), кГц	100
Время переключения драйвера оптических датчиков, нс	25
Количество датчиков Холла, шт.	2
Магнитная чувствительность, Гс	±1000
Время отклика, мкс	3

Конфигурации постоянных магнитов отталкивания для вывешивания ротора

Для достижения большой силы отталкивания используются неодимовые магниты, имеющие значительную величину магнитной индукции. Для удобства монтажа на стенд выбраны магниты диаметром 10 мм и высотой 3 мм. Предварительная оценка распределения магнитного поля показана на рисунке 5.

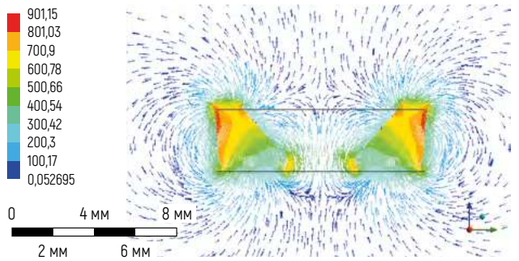


Рисунок 5 – Распределение поля магнитной индукции магнита, мТл

На рисунке 6 изображены конфигурации магнитов статора с соответствующими распределениями сил отталкивания.

Первоначально использовалось по одному ряду постоянных магнитов на статоре и роторе. Данная конфигурация (рисунок 6, вариант 1) имела слабую подъёмную силу и узкую площадку равновесия, что приводило к лёгкому сваливанию ротора и его залипанию к статору из-за краевого эффекта магнитов.

Добавление двух дополнительных рядов магнитов на статор (рисунок 6, вариант 2) расширило площадку левитации, однако появилась поперечная магнитная волна, что не решило проблему залипания ротора между магнитами.

Следующий вариант конфигурации магнитов (рисунок 6, вариант 3) позволил добиться более равномерной площадки: отсутствуют ярко выраженные поперечные магнитные волны, решена проблема быстрого заваливания ротора при малых перемещениях.

Рассчитана также конфигурация (рисунок 6, вариант 4), состоящая из прямоугольных магнитов размером 30 × 14 × 4 мм.

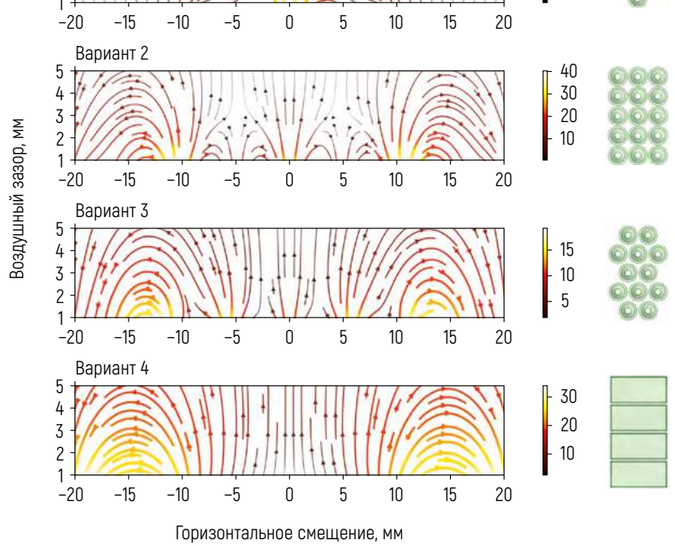


Рисунок 6 – Варианты конфигураций магнитов статора (справа). Векторные карты сил отталкивания (слева)

Данный вариант показывает более приемлемый результат вертикальной силы отталкивания и ширины магнитного поля. Однако ввиду сложности заказа секторальных магнитов такая конфигурация в рассматриваемом стенде не применялась.

Описание алгоритма работы системы управления

В разработке системы магнитной левитации ключевым фактором является оптимальное управление электромагнитными силами. Используемая система разделена на две части: стабилизационную и разгонную. Первая отвечает за поддержание устойчивого положения ротора, контролируя и корректируя электромагнитные силы таким образом, чтобы компенсировать любые возмущения. Вторая необходима для создания бегущего магнитного поля, что приводит в движение уже левитирующий ротор двигателя. Рассмотрим подробнее каждую из частей системы.

Стабилизационная часть

На рисунке 7 представлена система управления, отвечающая за горизонтальную стабилизацию ротора с помощью электромагнитных катушек.

Блок управления режимами работы является внешним устройством, определяющим дальнейшее поведение системы: основной режим либо режим калибровки. Первый режим непосредственно включает катушки стабилизации и приводит систему в состояние левитации. Второй режим разрешает функционирование блока калибровки, в котором выполняются юстировка оптических датчиков и регулировка их положения для компенсации ошибок измерения перед запуском основного режима.

В блоке оптических датчиков организуется выбор каналов доступа к сенсорным устройствам. Блок управления датчиками реализует логику их работы (рисунок 8). На инфракрасный светодиод подаются импульсы периодом 1 мс (1 кГц) и шириной 50 %. Фотодетектор производит измерения с периодом 0,1 мс (10 кГц) и усредняет их по пяти значениям. Далее вычисляется разница измерений фотодиода при включённом и выключенном светодиоде и корректируется табличными коэффициентами для определения величины воздушного зазора (в миллиметрах) между датчиками и ротором. Данная система обеспечивает точность измерений порядка ±0,05 мм.

Блок расчёта координат ротора (рисунок 9) использует величины воздушных зазоров из блока оптических датчиков для установления положения центра ротора в системе координат статора.

Блок системы управления левитацией реализует алгоритм контроля положения ротора, основанный на двухступенчатом PID-регуляторе (рисунок 10). Первый регулятор получает информацию об отклонении положения ротора от точки равновесия и на выходе даёт желаемую скорость, с которой он должен возвращаться. Второй оценивает разницу между фактической и целевой скоростями и передаёт управляющий ШИМ-сигнал в блок электромагнитов. Максимальная жёсткость и оптимальная скорость отклика системы достигнуты при коэффициентах PID-регуляторов, приведённых в таблице 2. Таким образом, система «ротор – статор», описываемая уравнениями движения второго порядка, управляется двумя вложенными регуляторами первого порядка.

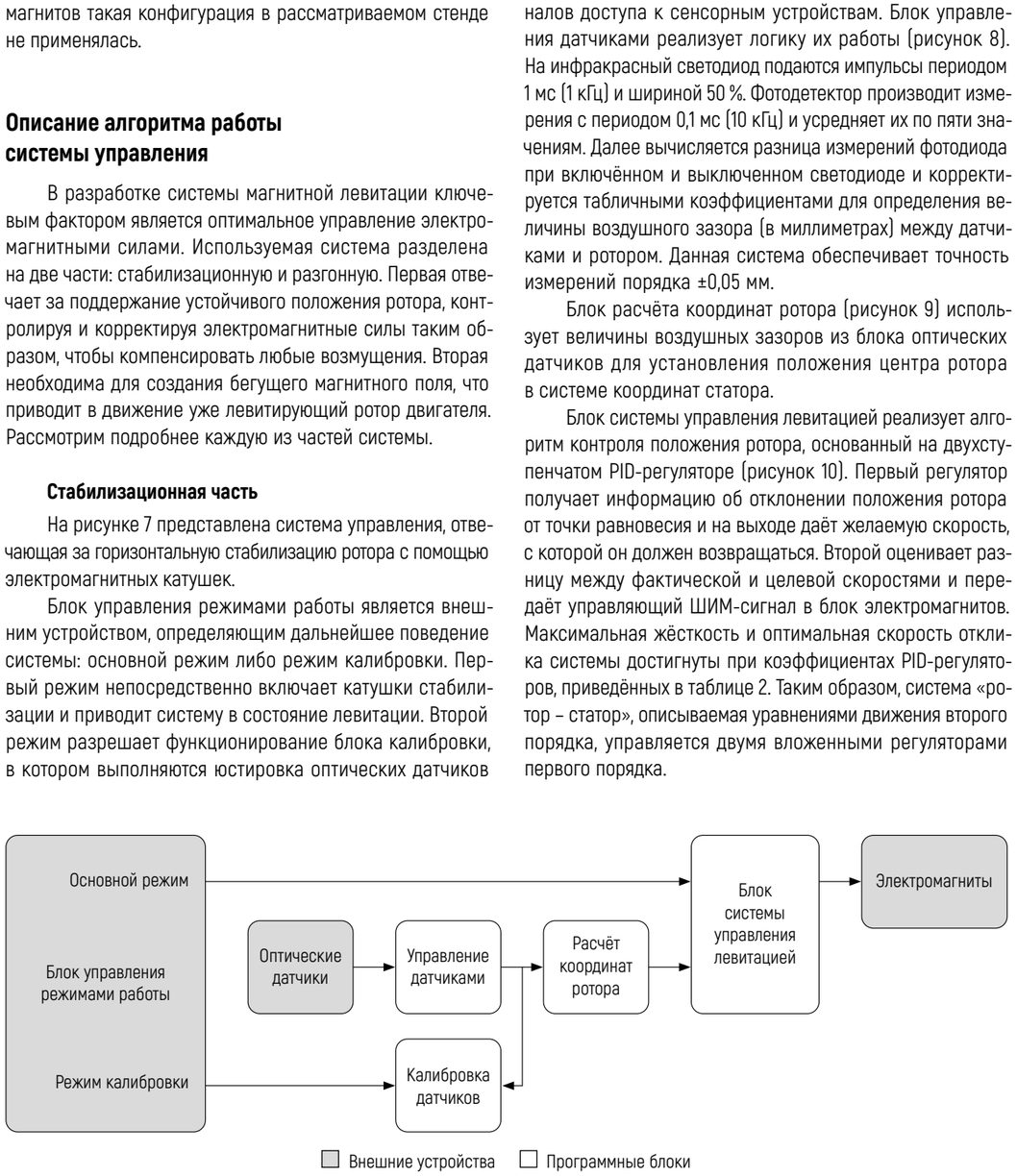


Рисунок 7 – Блок-схема системы управления стабилизацией

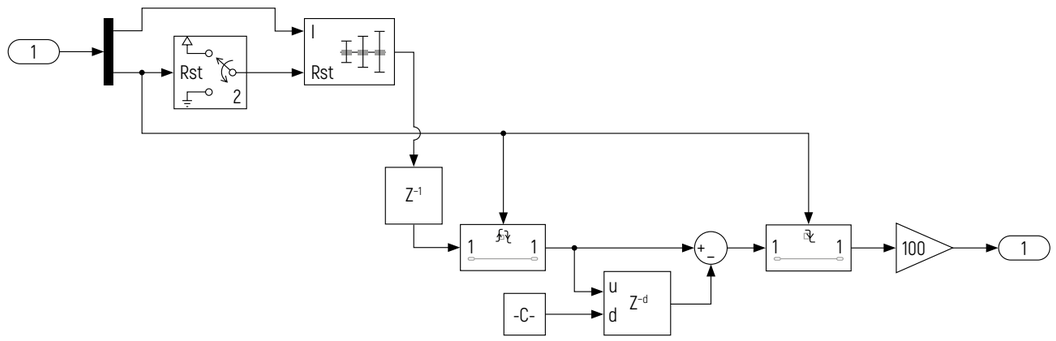


Рисунок 8 – Блок управления оптическими датчиками

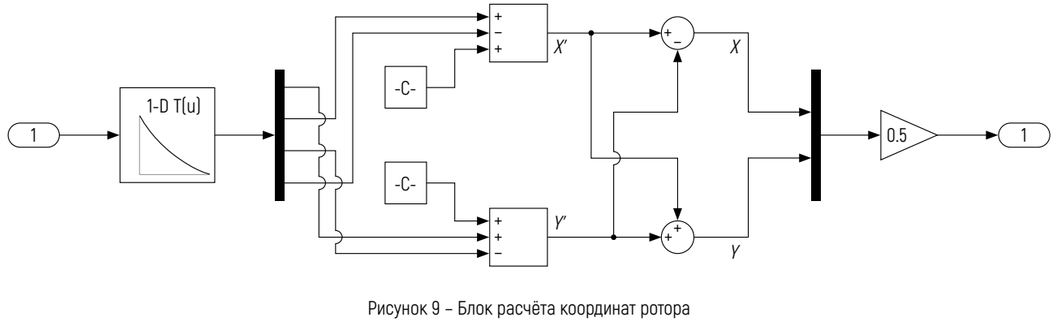


Рисунок 9 – Блок расчёта координат ротора

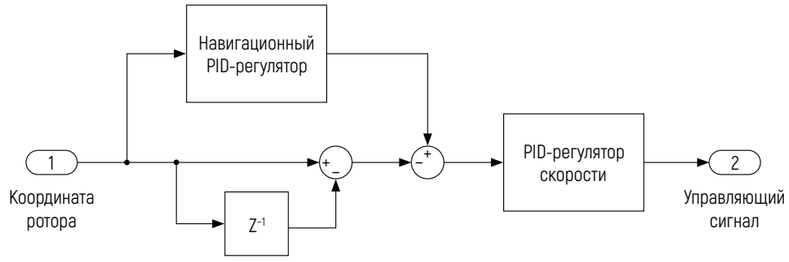


Рисунок 10 – Регуляторы блока системы управления левитацией

Таблица 2 – Коэффициенты PID-регуляторов

PID-регулятор	K_P	K_I	K_D
Навигационный	–1	–0,1	–0,0001
Скорости	40	300	1

Разгонная часть

Система управления, отвечающая за разгон ротора (рисунок 11), работает без обмена данными со стабилизационной частью для проведения их независимой отладки.

В основе алгоритма разгона лежит векторное управление, что позволяет непосредственно контролировать вращающий момент, прикладываемую мощность и скорость ротора при помощи управления амплитудой, фазой и частотой напряжений электромагнитов.

Блок измерения механического угла определяет положение ротора и формирует направление вектора тока статора (рисунок 12).

С двух аналоговых датчиков Холла, имеющих смещение фазы 270° (1,5 шага размещения магнитов разгона), снимаются значения амплитуд напряжений, пропорциональных фазовому углу ротора.

Дополнительно введена компенсация неточности расположения датчиков. Такой шаг позволяет задать смещение фазы тока статора от фазы ротора в 90°, при котором достигается максимальная величина момента.

Блок измерения скорости ротора определяет угловую и линейную скорость по изменению величины фазового угла ротора во времени с учётом количества разгонных магнитов: 92 магнита, или 46 пар полюсов.

Блок управления (рисунок 13) отвечает за алгоритм поддержания скорости ротора.

Так, при отклонении от целевого значения скорости PI-регулятор (K_p = –0,4; K_i = –0,00001) формирует пропорциональный ошибке управляющий сигнал. На основе направления суммарного вектора тока статора и задающей амплитуды напряжения электромагнитов посылается трёхфазный синусоидальный сигнал, каждая фаза которого идёт в блок катушек разгона, где преобразуется в ШИМ-сигнал.

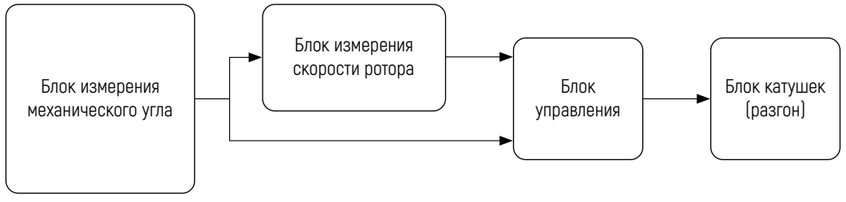


Рисунок 11 – Блок-схема системы управления разгоном

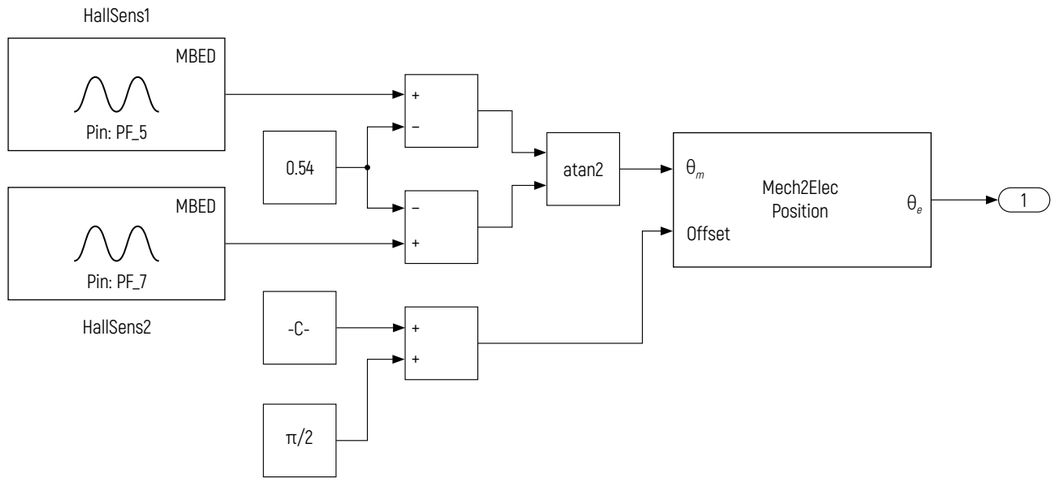


Рисунок 12 – Блок измерения механического угла

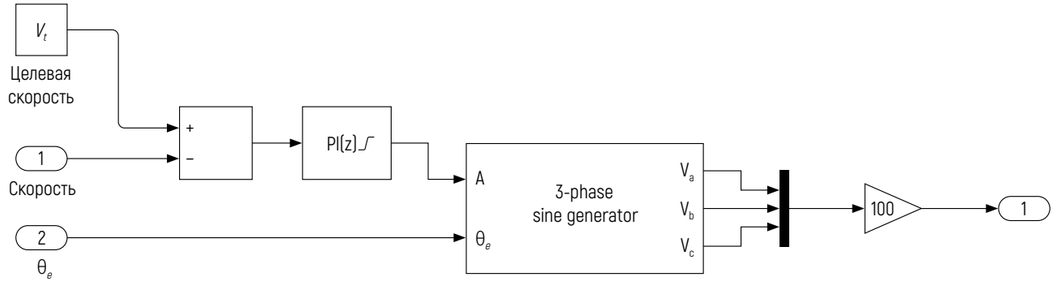


Рисунок 13 – Блок управления

Результаты испытаний

Подбор всех коэффициентов регуляторов выполнялся вручную. Основной критерий – определение значений, при которых ротор устойчиво находится в точке равновесия. Для этого система управления должна обладать высокой жёсткостью, т. е. быстрой подстройкой под внешнее воздействие, и отсутствием автоколебаний.

Объект управления характеризуется большой нелинейностью. Поведение ротора в текущей конфигурации сравнимо с поведением мяча на горке (рисунок 14). При балансировании в точке неустойчивого равновесия возмущающее воздействие меняет своё направление на противоположное, что приводит к автоколебаниям. При этом амплитуда колебаний обусловлена остротой вершины (насколько сильно изменяется возмущающее усилие в зависимости от отклонения от точки равновесия) и скоростью реагирования системы управления. Подобные колебания получены в результате эксперимента на стенде (рисунок 15).

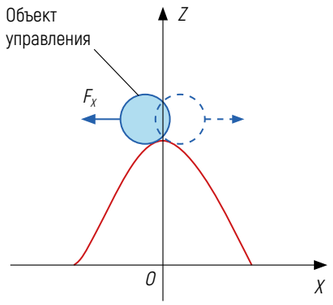


Рисунок 14 – Поддержание объекта управления в точке неустойчивого равновесия

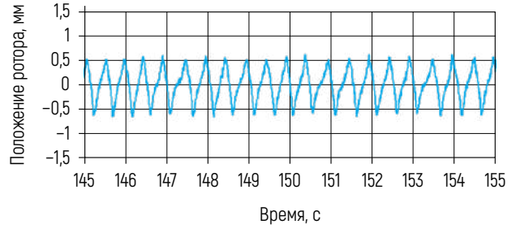


Рисунок 15 – Колебания ротора вокруг точки равновесия

Для решения данной проблемы объект управления смещён в сторону от точки равновесия на минимальную величину. Таким образом, возмущающее воздействие не изменяет резко своего направления, следовательно, системе управления проще поддерживать равновесие (рисунок 16).

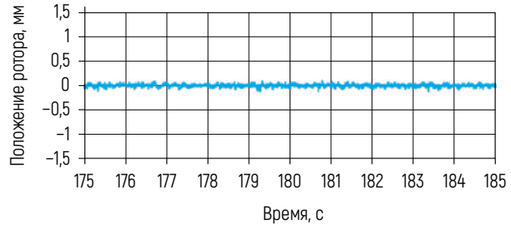


Рисунок 16 – Стабилизация ротора после смещения от точки равновесия

Оценка отклика системы управления стабилизацией осуществлена путём подачи внешнего единичного импульсного воздействия на ротор. Время восстановления равновесия составило 0,45 с, что свидетельствует о довольно

низкой скорости стабилизации при текущих параметрах PID-регуляторов (рисунки 17, 18). Попытка повышения скорости реакции путём изменения коэффициентов приводит к формированию автоколебаний системы.

Достижение достаточного уровня стабилизации позволило перейти к отладке разгонной части. В таблице 3 показана информация о разгоне ротора при различных напряжениях, приложенных к разгонным электромагнитам.

На рисунке 19 представлены результаты разгона ротора для оценки влияния напряжения на скорость разгона. При увеличении питающего напряжения время достижения требуемой скорости вращения ротора уменьшается.

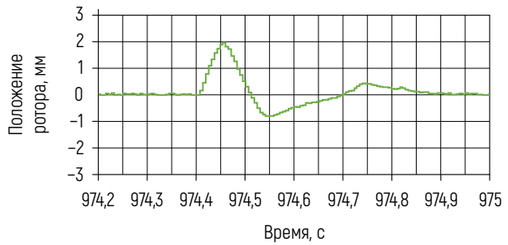


Рисунок 17 – Реакция системы
на внешнее единичное импульсное воздействие

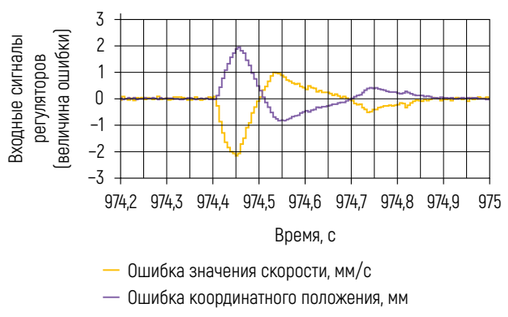


Рисунок 18 – Ошибки стабилизационных регуляторов
на внешнее единичное импульсное воздействие

На рисунке 20 приведён результат разгона электродвигателя, а затем замедления ротора после отключения разгонных катушек и при отсутствии активного торможения. Напряжение питания разгонных катушек: 12 В. Катушки стабилизации продолжают работать, что предотвращает касания ротора о сердечники.

Время до остановки ротора со скорости 145 об/мин составляет 133 с. Такая высокая скорость замедления ротора требует дальнейшего исследования для оценки влияния различных факторов (конструкционное демпфирование, магнитное трение, воздушное сопротивление и др.).

Для определения устойчивости системы управления левитацией при вращении ротора произведены соответствующие измерения уровня вибраций. Анализировались среднеквадратичные значения горизонтальных отклонений ротора от целевого значения (рисунок 21).

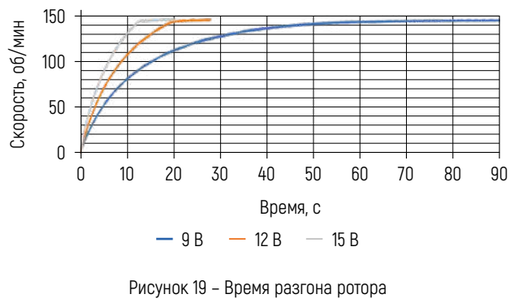


Рисунок 19 – Время разгона ротора
при различных напряжениях разгонных катушек

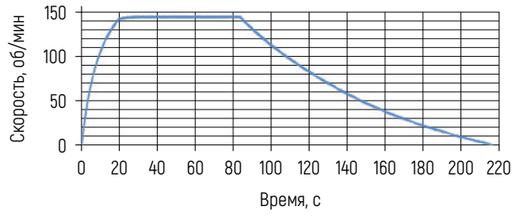


Рисунок 20 – Результат разгона и замедления ротора

Таблица 3 – Данные о разгоне ротора до 145 об/мин (4,1 м/с)

Напряжение, В	Время разгона 0–145 об/мин, с	Ток пусковой, А	Ток разгона, А	Ток поддержания скорости, А
9	90	0,45	0,2	0,13
12	27	0,65	0,3	0,11
15	20	0,82	0,35	0,09

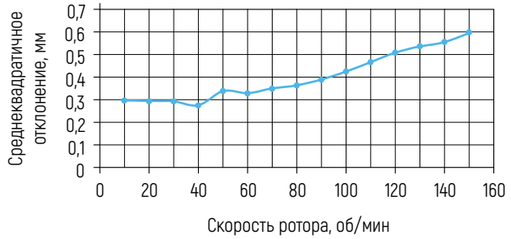


Рисунок 21 – Измеренные поперечные колебания ротора
при различных скоростях вращения

Кроме того, в разработанном стенде диагностирована проблема вертикальных колебаний ротора. Поддерживающие ротор постоянные магниты по сути являются нелинейной пружиной со сверхмалым демпфированием, поэтому достаточно появления небольшой неравномерности поддерживающего магнитного поля для получения нарастающих вертикальных колебаний ротора при его вращении на резонансных скоростях. Период колебаний составляет 0,28 с. Данный эффект подтверждает необходимость использования активной системы стабилизации совместно с пассивной.

Заключение

Для модернизации имеющегося опытного стенда нужно собрать данные о зависимости влияния всех параметров на поведение системы. В качестве ключевых направлений дальнейшей работы выделены следующие:

- внедрение обратной связи по току для повышения качества алгоритмов разгона и стабилизации;
- реализация системы рекуперации;
- оценка фактического КПД и возможности его повышения, определение источников потерь энергии и минимизация их влияния на работу системы;
- улучшение характеристик сенсорной системы для повышения её быстродействия и точности;
- оптимизация конфигурации поддерживающих ротор постоянных магнитов, улучшение равномерности магнитного поля;
- оценка и учёт временных задержек в системе управления и повышение скорости переходных процессов аппаратной части системы;
- построение математической модели системы магнитной левитации, оценка критериев устойчивости системы управления;
- переход от PID-регулятора к регулятору на основе прогнозирующих моделей.

Все собранные данные с опытного стенда будут использованы для построения математической модели электродвигателя, необходимой для формирования требований к аппаратному обеспечению и системе управления ОТС.

Тщательное исследование всех аспектов ОТС является важным этапом в развитии геокосмического транспорта. Работа над расширением функциональности прототипа линейного электродвигателя с магнитной левитацией позволит удостовериться в безопасности и эффективности проекта, что подготовит систему ОТС к полномасштабной практической реализации.

Список основных источников

1. *Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – 320 с.*
2. *Юницкий, А.Э. Инженер: автобиография / Анатолий Юницкий. – Минск: Белпринт, 2021. – 400 с.: ил.*
3. *Unitsky, A. System Foundations of Non-Rocket Near Space Industrialization: Problems, Ideas, Projects / ed. A. Unitsky. – Minsk: Gradient, 2021. – 568 p.*
4. *Юницкий, А.Э. Создание математической модели общепланетарного транспортного средства: разгон маховиков, прохождение атмосферы, выход на орбиту / А.Э. Юницкий, Р.А. Шаршов, А.А. Абакумов // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 77–83.*
5. *The Interaction Force Between a Permanent Magnet and a Superconducting Ring / F.Y. Alzoubi [et al.] // IEEE Transactions on Applied Superconductivity. – 2007. – Vol. 17, iss. 3. – P. 3814–3818.*
6. *Experiments and Simulations of the Secondary Suspension System to Improve the Dynamic Characteristics of HTS Maglev / H. Li [et al.] // IEEE Transactions on Applied Superconductivity. – 2021. – Vol. 31, iss. 6. – P. 1–8.*

УДК 624.21/.8

Взлётно-посадочный комплекс общепланетарного транспортного средства на океанических участках

А.Э. Юницкий
доктор философии транспорта

ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Проведено исследование сложнейшего взлётно-посадочного и транспортно-инфраструктурного комплекса гигантского геокосмического летательного аппарата – общепланетарного транспортного средства (ОТС). Особое внимание уделено ровности взлётно-посадочной полосы комплекса, что обусловлено космическими скоростями (около 12 км/с) движения ленточных маховиков, а также максимальному снижению стоимости не имеющего аналогов линейного сооружения длиной 40 076 км, 31 171 км из которых пройдёт по океанам со средней глубиной 4 км. Соблюдение требований по обеспечению безопасности функционирования экваториальной эстакады ОТС позволит реализовать геокосмическую программу uSpace на качественно новом технологическом уровне.

Ключевые слова:
взлётно-посадочная полоса (ВПП), взлётно-посадочный комплекс (ВПК), общепланетарное транспортное средство (ОТС), эстакада ОТС.

UDC 624.21/.8

General Planetary Vehicle Takeoff and Landing Complex in the Ocean

A. Unitsky
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

The article conducts research of the highly technical takeoff and landing, transport and infrastructure complex for the giant geocosmic aircraft, namely the General Planetary Vehicle (GPV). Special attention is paid to the evenness of the complex runway, because of the cosmic velocities (about 12 km/s) of the belt flywheels movement, as well as to the maximum reduction of the cost of the unmatched linear structure of 40,076 km, 31,171 km of which will pass through the ocean with an average depth of 4 km. Compliance with the operational safety requirements of the GPV equatorial overpass will make it possible to implement the uSpace geocosmic program at a qualitatively new technological level.

Keywords:
General Planetary Vehicle (GPV), GPV overpass, runway, takeoff and landing complex (TLC).

Введение

Взлётно-посадочный комплекс (ВПК) общепланетарного транспортного средства (ОТС), проходящий по экватору планеты, должен отвечать целому ряду сложных технических требований, без соблюдения которых невозможно обеспечить безопасность функционирования гигантского геокосмического летательного аппарата – ОТС, имеющего протяжённость 40 076 км и массу порядка 40 млн тонн [1, 2]. Особенно высоки эти требования на океанических участках, протяжённость которых составит 31 171 км, или 77,8 % от общей длины экватора, равной 40 076 км. Например, при глубине океана более 100 м опоры должны быть плавучими, так как их установка на дне существенно увеличит стоимость ВПК.

Серьёзное внимание следует сосредоточить на ровности взлётно-посадочной полосы (ВПП) комплекса. Это обусловлено космическими скоростями движения ленточных маховиков, размещённых в вакуумных каналах (во время взлёта и посадки ОТС – около 12 км/с, что несколько превышает вторую космическую скорость для Земли, равную 11,2 км/с).

Общие требования к взлётно-посадочному комплексу ОТС

ОТС проектируется для геокосмических условий, присущих экваториальной плоскости планеты: ускорение свободного падения – 9,87 м/с^2; средний стартовый радиус ОТС (вертикальный радиус ВПП, равный экваториальному радиусу Земли) – 6378,1 км; среднегодовая температура воды и воздуха – 28 °С.

Изменения радиуса траектории движения лент маховиков ОТС приводят к обратно пропорциональному изменению центробежных ускорений и нагрузок на магнитную (и/или электромагнитную) подушку линейных электродвигателей. Поэтому при проектировании плавучей несущей эстакады ВПК приняты допустимые изменения радиусов её кривизны в вертикальной и горизонтальной плоскостях в пределах ±10 % от радиуса Земли, или ±638 км. Тогда, например, при погонной массе ОТС 1000 кг/м уменьшение радиуса траектории движения маховиков до 5740 км приведёт к увеличению центробежной силы примерно на 100 кгс/м, или 100 тс/км. Увеличение радиуса траектории движения маховиков обусловит, соответственно, аналогичное уменьшение центробежной силы на этих участках ОТС.

Эстакада ОТС, пролегающая по океану, не должна препятствовать судоходству, в том числе движению больших кораблей, самый высокий из которых имеет высоту надводной части 72,5 м, самый широкий – ширину 74 м, а самый тяжёлый – осадку 24,6 м [3]. Таким образом, для обеспечения безопасного прохода любых судов плавучая эстакада ОТС должна удовлетворять следующим требованиям (с учётом ухудшения условий прохождения судов вследствие воздействия ветра и волн):

- просвет между смежными опорами – не менее 150 м;
- габарит (просвет между поверхностью воды и низом пролётного строения) – не менее 80 м;
- подводные элементы эстакады в промежутке между опорами должны размещаться на глубине не менее 30 м.

Суда движутся по определённым маршрутам, поэтому указанные требования необходимо соблюдать лишь в рамках морских логистических коридоров. Всего на планете девять главных морских торговых путей – основных артерий мировой торговли, часть из которых пересекает экватор. На остальных морских участках эстакады ОТС должен быть гарантирован проход рыболовных судов и парусников, поэтому подмостовые габариты могут иметь здесь более скромные размеры: ширина – не менее 100 м, высота – не менее 30 м, глубина размещения подводных линейных элементов – не менее 20 м.

Кроме взлёта и посадки ОТС экваториальный ВПК должен обеспечить транспортные, энергетические и информационные коммуникации вдоль экваториального линейного города (ЭЛГ), основная часть которого пройдёт по океану [4]. Транспортные коммуникации вдоль ЭЛГ обеспечат транспортно-инфраструктурные комплексы Струнного транспорта Юницкого (ЮСТ): высокоскоростная двухпутная трасса со скоростью движения до 600 км/ч и региональная (городская) – со скоростью движения до 200 км/ч.

Это позволит выполнить планируемый объём геокосмических грузо- и пассажиропотоков по маршруту «Земля – Орбита – Земля»: сотни миллионов тонн грузов и сотни миллионов пассажиров в год [5]. Грузы и пассажиры для отправки в космос будут доставлены из различных мест на планете по международной транспортно-инфраструктурной сети uNet к определённым грузопассажирским модулям, распределённым вдоль корпуса ОТС с шагом порядка 100 м. При этом необходимо выстроить оптимальную геокосмическую логистику не только в прямом направлении «Земля – Орбита», но и в обратном: «Орбита – Земля», когда готовая продукция, произведённая в космосе, будет доставлена на Землю для нужд всего человечества – к тому времени 10 млрд человек, проживающих на всех континентах планеты.

Плавучая эстакада ОТС

Плавучая несущая эстакада ОТС имеет длину пролётов $L_{пр}$ (между центрами опор) 100–200 м при высоте $h_ф$ струнной (предварительно напряжённой) фермы 3, равной 10 м (рисунки 1–3). Подмостовой габарит $h_з$ на основной части эстакады равен 30 м, что обеспечит проход большинства кораблей. Для всех типов судов (включая самые высокие, самые широкие и с самой большой осадкой) в морских судоходных коридорах шириной $L_{ск}$ 200–300 км высота надводной части опор 4 увеличена до 90 м, глубина размещения горизонтальной тяги 4.7 – до 30 м, ширина пролётов $L_{пр}$ увеличена вдвое – до 200–400 м.

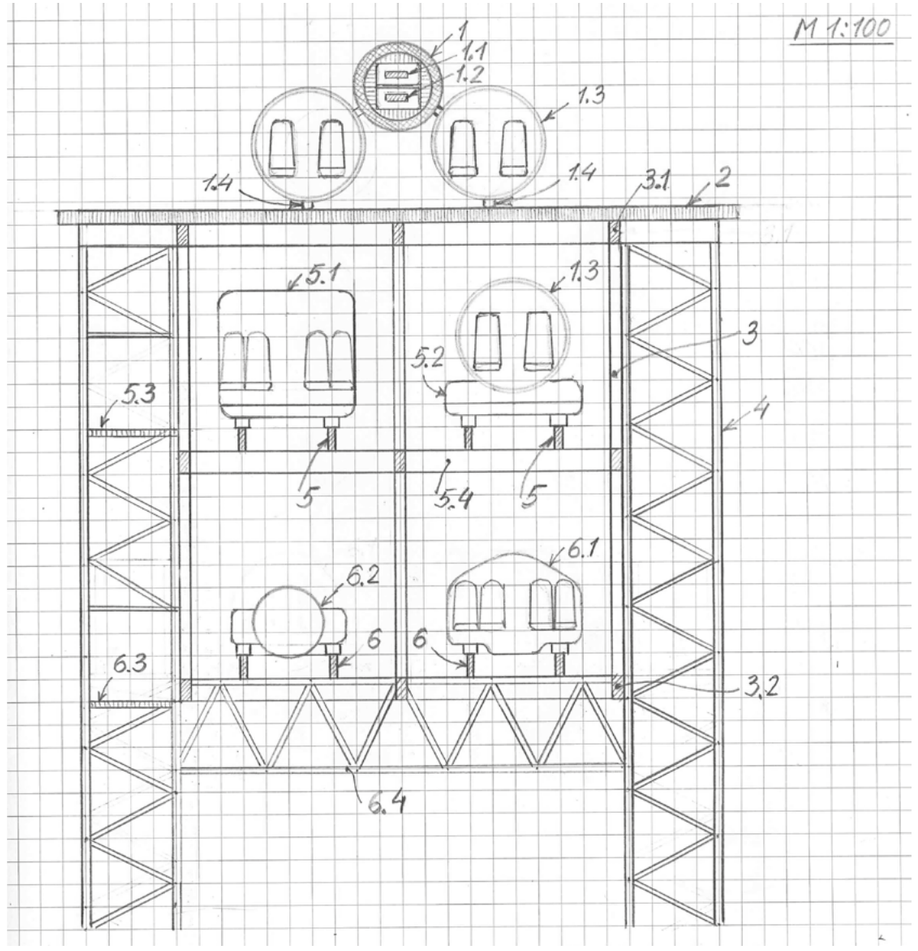


Рисунок 1 – Поперечный разрез верхнего строения взлётно-посадочной эстакады ОТС:
1 – корпус ОТС: 1.1 – верхний ленточный маховик, 1.2 – нижний маховик, 1.3 – грузопассажирская капсула, 1.4 – колёса шасси;
2 – ВПП; 3 – несущая струнная ферма: 3.1 – верхний пояс, 3.2 – нижний пояс; 4 – плавучая опора;
5 – городской ЮСТ (скорость до 200 км/ч): 5.1 – городской юнимобиль, 5.2 – грузовой юнимобиль, 5.3 – тротуар;
6 – высокоскоростной ЮСТ (скорость до 600 км/ч): 6.1 – пассажирский высокоскоростной юнимобиль,
6.2 – грузовой юнимобиль, 6.3 – тротуар, 6.4 – несущая перемычка

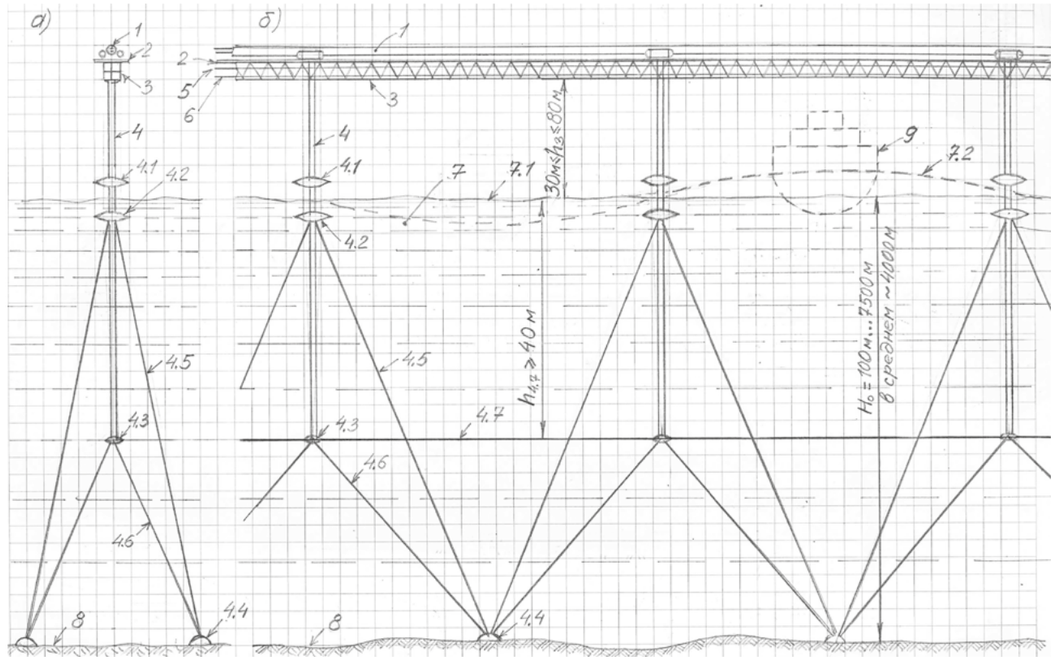


Рисунок 2 – Схема взлётно-посадочной эстакады ОТС на океаническом участке (вариант 1):
а – поперечный разрез; б – вид сбоку; 1 – корпус ОТС; 2 – ВПП; 3 – несущая струнная ферма;
4 – опоры: 4.1 – аварийный (надводный) поплавок, 4.2 – несущий (подводный) поплавок,
4.3 – противовес (груз), 4.4 – якорь (груз), 4.5, 4.6, 4.7 – стабилизирующие тяги (канаты);
5 – городской ЮСТ (скорость до 200 км/ч); 6 – высокоскоростной ЮСТ (скорость до 600 км/ч);
7 – морская вода: 7.1 – поверхность моря/океана, 7.2 – волна; 8 – морское дно; 9 – корабль

В пределах морских судоходных коридоров несущая ферма 3 выполнена по синусоидальной кривой с вертикальными кривыми – вогнутыми и выпуклыми, радиусы которых $R_{вогн}$ и $R_{вып}$ отличаются от радиуса Земли $R_{Зем}$ не более чем на 10 % (рисунок 4). Поэтому динамика посадки и взлёта ОТС на этих участках морской эстакады будет более комфортной, чем на суше при пересечении гор, где высота (амплитуда) вертикальных синусоидальных кривых ВПК значительно выше, а их радиусы кривизны могут сильнее отличаться от экваториального радиуса планеты.

Плавучая эстакада (рисунок 3) заякорена на дне с помощью системы тяг 4.5 и 4.6, имеющей жёсткую пространственную конфигурацию, что гарантирует требуемую стабильность ВПП во время функционирования ОТС. Для стабильности вертикального положения опоры снабжены противовесами 4.3, которые выполнены обтекаемыми (тарельчатой формы), чтобы минимизировать дестабилизирующие усилия, создаваемые глубинными течениями. Необходимую плавучесть эстакаде обеспечивают поплавки 4.2, расположенные на глубине порядка 5 м (ниже минимального уровня морской волны 7.2). Они имеют избыточную плавучесть и удерживаются на нужной глубине предварительно напряжёнными (растянутыми) тягами 4.5 и 4.6, прикреплёнными к якорям 4.4. Поплавки выполнены обтекаемыми (тарельчатой формы), чтобы минимизировать дестабилизирующие усилия, создаваемые поверхностными океаническими течениями.

Эстакада ОТС (рисунок 3) снабжена аварийными поплавками 4.1 (размещены над поверхностью воды 7.1), на которые она опустится в случае потери плавучести, обеспечиваемой штатными поплавками 4.2. Аварийные поплавки выполнены как жилые модули и небольшие цеха для обслуживающего персонала.

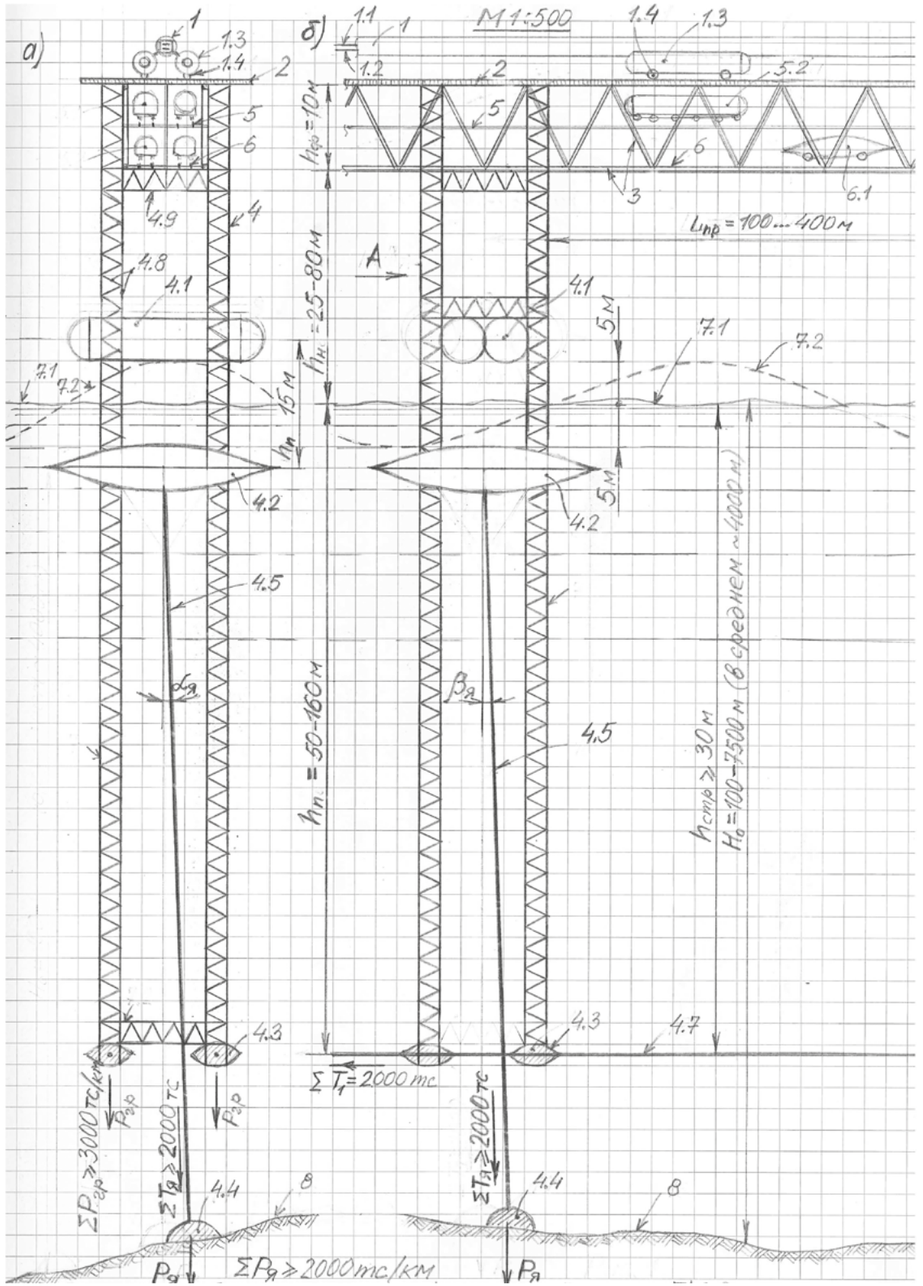


Рисунок 3 – Схема взлётно-посадочной эстакады ОТС на океаническом участке (вариант 2):
а – поперечный разрез; б – вид сбоку

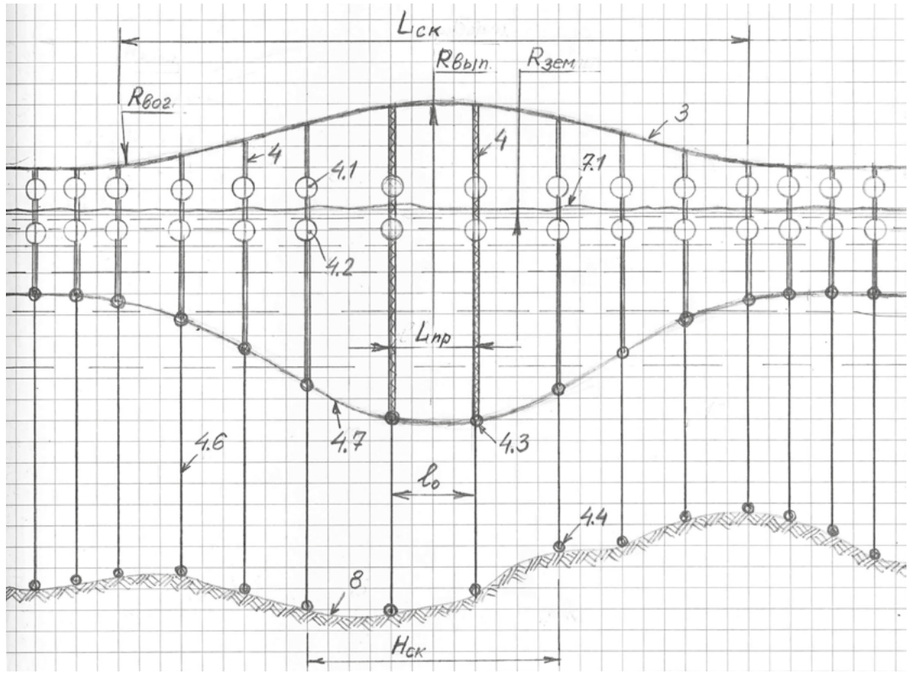


Рисунок 4 – Схема построения судоходного коридора шириной $L_{ск}$:
по центру коридора – для больших судов; по краям – для судов меньших размеров

Характеристики ОТС

ОТС имеет корпус 1 и линейные маховики 1.1 и 1.2 (рисунки 1, 3), находящиеся в вакуумных каналах и оборудованные системами магнитного подвешивания и линейных электродвигателей. Подвесные пассажирские и грузовые модули 1.3 выполнены парными, расположены с интервалом 100–500 м, их масса составляет 10–100 тонн (общая масса всех модулей, размещённых по всей длине ОТС, – до 10 млн тонн).

Для совершения взлёта и посадки ОТС с определённой горизонтальной скоростью модули 1.3 снабжены колёсными шасси 1.4, что при необходимости обеспечит возможность посадки на полосу 2 со скоростью до 250 км/ч (примерно с такой же скоростью садятся тяжёлые самолёты). Для того чтобы маневрировать по высоте и поперёк ВПК, ОТС оборудовано горизонтальными и вертикальными крыльями (на рисунках не показаны). При необходимости это позволит осуществлять как посадку в самолётном режиме, когда вес летательного аппарата держат только крылья, так и штатную посадку даже при аварийной энергодинамической ситуации, т. е. при полной потере скорости ленточными маховиками 1.1 и 1.2, хотя это исключено даже теоретически (быстро, в пределах времени одного полёта, невозможно сбросить скорость маховиков массой более 10 млн тонн с 12 км/с до нуля).

Наличие вертикально расположенных крыльев позволит ОТС осуществлять при посадке на Землю манёвр – горизонтальное перемещение в сторону от экватора на расстояние до 1000 км. Такое перемещение может быть плоскопараллельным либо с искривлением по синусоидальной кривой. Это сделает возможным расположение ВПК не строго по экватору, а, например, параллельно ему на расстоянии до 1000 км. Кроме того, если, например, экваториальные течения отнесут часть ВПК в сторону от проектной линии даже на несколько километров, это не отразится на штатном функционировании ОТС. Геокосмический летательный аппарат, маневрируя горизонтальными и вертикальными крыльями, сможет сесть и на синусоидально искривлённую в плане ВПП 2 (рисунки 1–3), если его радиусы кривизны будут отличаться от радиуса Земли, как отмечено выше, не более чем на 10 %.

Крылья могут быть установлены как на корпусе ОТС, так и на грузопассажирских модулях 1.3; могут иметь дополнительный функционал: выполняться как солнечные батареи и в случае необходимости использоваться во время посадки для дополнительного (аэродинамического) гашения окружной (вокруг планеты) скорости корпуса ОТС. При этом не потребуются мощные крылья большой площади. Для создания горизонтального усилия, например, в 1 тонну на 1 км протяжённости ОТС, или 10 кгс/м (это позволит отклонить ОТС от экватора на 64 км), общая площадь крыльев должна быть порядка 10 м^2/км, или 100 см^2/м.

Верхнее строение эстакады ОТС

Несущая ферма 3 эстакады (рисунок 1) выполнена струнной – она предварительно напряжена в продольном направлении. Все линейные элементы фермы – верхний 3.1 и нижний 3.2 пояса – натянуты в продольном направлении таким образом, чтобы во всём штатном диапазоне нагружений (весовые и ветровые нагрузки, температурные усилия и др.) они не испытывали сжимающих усилий и были всегда растянутыми. Ферма выполнена неразрезной – по всей своей длине она не имеет температурных швов и стыков.

Для того чтобы обеспечить геокосмическую логистику, а также доставку пассажиров и грузов к любому пассажирскому или грузовому модулю 1.3 ОТС при его нахождении на ВПП, эстакада имеет два навесных бирельсовых грузопассажирских комплекса ЮСТ (рисунок 1). Комплексы ЮСТ городского типа (скорость движения до 200 км/ч) размещены на верхнем ярусе несущей фермы 3 эстакады (рельсо-струнная путевая структура 5); комплексы ЮСТ междугороднего типа (скорость движения до 600 км/ч) – на нижнем ярусе (рельсо-струнная путевая структура 6).

Путевые структуры ЮСТ спроектированы под подвижную нагрузку весом до 50 тонн, что позволит к месту нахождения на ОТС перевозить геокосмические модули 1.3 с заранее размещёнными в них пассажирами и грузами. Пассажирские станции (остановочные пункты) и грузовые терминалы (грузовые площадки) городского ЮСТ расположены в среднем через каждый километр, высокоскоростного ЮСТ – через 50–100 км.

Для обслуживания комплексов ЮСТ вдоль всей эстакады выполнены пешеходные дорожки 5.3 и 6.3, по которым может также перемещаться и малогабаритная техника, например по отдельному узкоколейному рельсовому пути.

Силы, действующие на плавучую эстакаду ОТС

Средняя глубина Тихого, Индийского и Атлантического океанов по экватору – около 4 км, максимальная глубина – чуть более 6 км [6]. Плавучая эстакада ОТС на океанических участках (рисунки 1–4) будет подвержена воздействию вертикальных и горизонтальных статических и динамических сил, действие которых подробнее рассмотрим ниже.

Вертикальные силы

Для надводной части эстакады:

1) собственный вес надводной части эстакады, включая ВПП 2, городскую 5 и высокоскоростную 6 путевые структуры ЮСТ, аварийные (запасные) понтоны 4.1, надводную часть опор 4: всего около 4000 тс/км (4 тс/м);

2) вес ОТС:

- при пусконаладочных работах (при неподвижных ленточных маховиках): 1000 тс/км (1 тс/м);
- во время погрузочно-разгрузочных работ перед подъёмом ОТС на орбиту и после спуска на Землю: –250 тс/км (вес полезной нагрузки; знак «минус» означает, что избыточная центробежная сила ленточных маховиков ОТС будет направлена вверх при снятой полезной нагрузке);
- вес подвижного состава ЮСТ (городского 5.1 и 5.2 и высокоскоростного 6.1 и 6.2): порядка 500 тс/км (0,5 тс/м).

Для подводной части эстакады (с учётом выталкивающих сил):

1) собственный вес подводной части эстакады, включая вес подводной части опор 4, несущих понтонов 4.2, тяг 4.7, оттяжек 4.5 и 4.6 и др.: всего около 3000 тс/км (3 тс/м);

2) вес грузов (противовесов) 4.3 внизу плавучих опор 4: порядка 3000 тс/км (3 тс/м);

3) усилия в тягах 4.5 и 4.6 якорей 4.4, установленных на дне океанов (средняя длина тяг 4000 м, равная средней глубине океана): 2000 тс/км (2 тс/м);

4) выталкивающая сила, действующая на все подводные элементы эстакады и направленная вверх, в первую очередь на несущие понтоны 4.2 (в среднем 1,025 тс/м^3): 12 500 тс/км (12,5 тс/м).

Горизонтальные силы

Поперечные силы:

1) в надводной части эстакады – поперечный экваториальный ветер;

2) в подводной части эстакады – поперечные экваториальные течения.

Продольные силы:

1) в надводной части эстакады:

- внутренние силы – силы предварительного натяжения продольных элементов надводной части эстакады (поясов 3.1 и 3.2) несущих струнных ферм 3, струнных рельсов транспортно-инфраструктурных комплексов ЮСТ 5 и 6 и силы торможения (разгона) подвижного состава ЮСТ: порядка 5000 тс;
- внешние силы – продольный экваториальный ветер;

2) в подводной части эстакады:

- внутренние силы – силы предварительного натяжения продольных элементов подводной части эстакады (предварительно напряжённых тяг 4.7, связывающих низ плавучих опор друг с другом для стабилизации их линейного положения): около 1000 тс;
- внешние силы – подводное течение вдоль эстакады.

Наибольшую опасность для эстакады представляют внешние поперечные силы, которые будут стремиться сместить её в сторону от линии экватора, искривить данное сооружение в горизонтальном плане и опрокинуть.

На экваторе обычно царит штиль. Это особый регион, где ветер бывает очень редко. Пассаты движутся от экватора, но на нём самом ветра практически не наблюдается.

В экваториальной зоне обнаружен мощный перенос вод из западных частей океанов в восточные. Такое явление, как и поверхностное экваториальное противотечение, считается компенсационным и имеет место в подповерхностном слое точно под экватором (течения Кромвелла в Тихом океане, Ломоносова в Атлантическом, а также подповерхностные и частично поверхностные струи слева и справа от этих течений). Например, течение Кромвелла имеет толщину порядка 200 м и ширину 300 км, движется со скоростью до 1,5 м/с, проходит на глубине 100–400 м, поднимаясь до уровня 50 м. Максимальные скорости поверхностных течений на экваторе приблизительно 0,25 м/с.

Таким образом, циркуляция вод в верхних слоях в низких широтах включает:

- пассатные (экваториальные) течения;
- систему поверхностных и подповерхностных экваториальных противотечений;
- мощные стоковые тёплые течения у западных окраин океана и компенсационные холодные течения из более высоких широт у восточных окраин (с тёплыми противотечениями);
- погружение вод близ тропиков и в некоторых районах экваториальной полосы, особенно у западных окраин океана;
- подъём вод в двух зонах дивергенций у экватора, в обширных областях у восточных окраин океанов и местами на западе.

Для уменьшения внешних поперечных сил несущие поплавки 4.2 и грузы 4.3 выполнены обтекаемыми, тарельчатой формы, имеют коэффициент сопротивления (аэро- или гидродинамическое) C_x = 0,05 (для сравнения: у цилиндра, т. е. у трубы, стержня или каната, $C_x \approx 1$, или в 20 раз больше).

Удельные ветровые силы (в пересчёте на 1 м^2 миделя, т. е. поперечного сечения конструктивного элемента), действующие на надводные элементы конструкции ВПК при скорости ветра 30 м/с (108 км/ч), будут равны:

1) для высокоаэродинамичных элементов с C_x = 0,05: 2,9 кгс/м^2;

2) для неаэродинамичных элементов с C_x = 1 (форма цилиндра): 58 кгс/м^2.

Силы, действующие на подводные элементы конструкции взлётно-посадочной эстакады:

1) для высокообтекаемых элементов с C_x = 0,05:

- 0,16 кгс/м^2 для скорости течения 0,25 м/с;
- 5,7 кгс/м^2 для скорости течения 1,5 м/с;

2) для элементов с C_x = 1 (форма цилиндра):

- 3,2 кгс/м^2 для скорости течения 0,25 м/с;
- 110 кгс/м^2 для скорости течения 1,5 м/с.

Расчёт стоимости взлётно-посадочного комплекса ОТС

Для расчёта стоимости ВПК взяты следующие исходные стоимостные характеристики (в средневзвешенных мировых ценах на начало 2023 г.):

- стальной прокат (высокопрочная стальная проволока, арматурные канаты, лента, полоса, швеллер, двутавр и др.): 2500 USD/т;
- строительные конструкции из стального проката (плавучие опоры, несущие конструкции и др.): 6000 USD/т;
- сложные конструктивные элементы, узлы, агрегаты: 12 000 USD/т;
- монтаж конструкций: 2500 USD/т.

В таблицах 1–3 представлены расход и усреднённая стоимость материалов, а также стоимость строительства для указанных выше параметров океанической части ВПК ОТС, включая инфраструктуру – транспортную, жилую и производственную.

Таблица 1 – Усреднённый расход материалов и ориентировочная стоимость плавучей взлётно-посадочной эстакады ОТС на океанических участках (средняя длина пролётов – 180 м, средняя высота надводной части – 50 м, средняя глубина океана – 4000 м)

Элемент эстакады	Количество на 1 км протяжённости плавучей эстакады	Стоимость одной смонтированной единицы измерения*, USD	Общая стоимость 1 км эстакады, USD
Несущая струнная ферма	1100 тонн	4000	4 400 000
Плавучие опоры, всего			6 900 000
В том числе:			
• несущие колонны	500 тонн	3000	1 500 000
• основные (подводные) несущие понтоны	12 000 м^3	200	2 400 000
• аварийные (надводные) понтоны	12 000 м^3	200	2 400 000
• опорные противовесы	2000 тонн	300	600 000
Система якорения, всего			3 100 000
В том числе:			
• грузы (донные)	2000 тонн	300	600 000
• вертикальные тяги (средняя длина тяг – 4000 м)	800 тонн	2500	2 000 000
• горизонтальные тяги (струны, связывающие низ плавучих опор друг с другом)	200 тонн	2500	500 000
ВПП ОТС	15 000 м^2	300	4 500 000
Прочее	–	–	2 100 000
Всего			21 000 000

Таблица 2 – Ориентировочная стоимость транспортно-инфраструктурной сети uNet, совмещённой на океанических участках с плавучей взлётно-посадочной эстакадой ОТС

Элемент сети uNet	Количество на 1 км протяжённости плавучей эстакады	Стоимость одной смонтированной единицы измерения*, USD	Общая стоимость 1 км эстакады, USD
Путевая структура двухпутного скоростного (до 200 км/ч) грузопассажирского комплекса ЮСТ	1 км	2 500 000	2 500 000
Путевая структура двухпутного высокоскоростного (до 600 км/ч) грузопассажирского комплекса ЮСТ	1 км	3 000 000	3 000 000
Логистические узлы и их элементы (пассажирские остановки, станции, грузовые терминалы, пешеходные дорожки, тротуары и др.)	1 км	2 000 000	2 000 000
Системы автоматического управления, энергообеспечения и связи	–	–	2 500 000
Подвижной состав (пассажирские, грузовые, грузопассажирские скоростные и высокоскоростные юнимобили)	–	–	3 000 000
Прочее	–	–	1 500 000
Всего			14 500 000

* Исходя из среднемировых цен на аналогичные инфраструктурные решения на начало 2023 г.

Таблица 3 – Ориентировочная стоимость жилой и производственной инфраструктуры, совмещённой на океанических участках с транспортно-инфраструктурной сетью uNet и плавучей взлётно-посадочной эстакадой ОТС

Элемент инфраструктуры	Количество на 1 км протяжённости плавучей эстакады	Стоимость одной смонтированной единицы измерения*, USD	Общая стоимость 1 км эстакады, USD
Инфраструктура, совмещённая с транспортно-инфраструктурной сетью uNet (станциями, терминалами, диспетчерскими и другими зданиями и сооружениями)	2000 м^2	1500	3 000 000
Инфраструктура, совмещённая с плавучей эстакадой (надводными и подводными понтонами и другими сооружениями)	1000 м^2	1500	1 500 000
Прочее	500 м^2	1000	500 000
Всего			5 000 000

* Исходя из среднемировых цен на аналогичные инфраструктурные решения на начало 2023 г.

Удельная стоимость плавучей взлётно-посадочной эстакады ОТС на океанических участках (таблица 1) составляет 21 млн USD/км.

Удельная стоимость транспортно-инфраструктурной сети uNet, совмещённой на океанических участках с плавучей взлётно-посадочной эстакадой ОТС (таблица 2), составляет 14,5 млн USD/км.

Удельная стоимость жилой и производственной инфраструктуры, совмещённой на океанических участках с транспортно-инфраструктурной сетью uNet и плавучей взлётно-посадочной эстакадой ОТС (таблица 3), составляет 5 млн USD/км.

Общая удельная стоимость океанических участков ВПК ОТС – 40,5 млн USD/км.

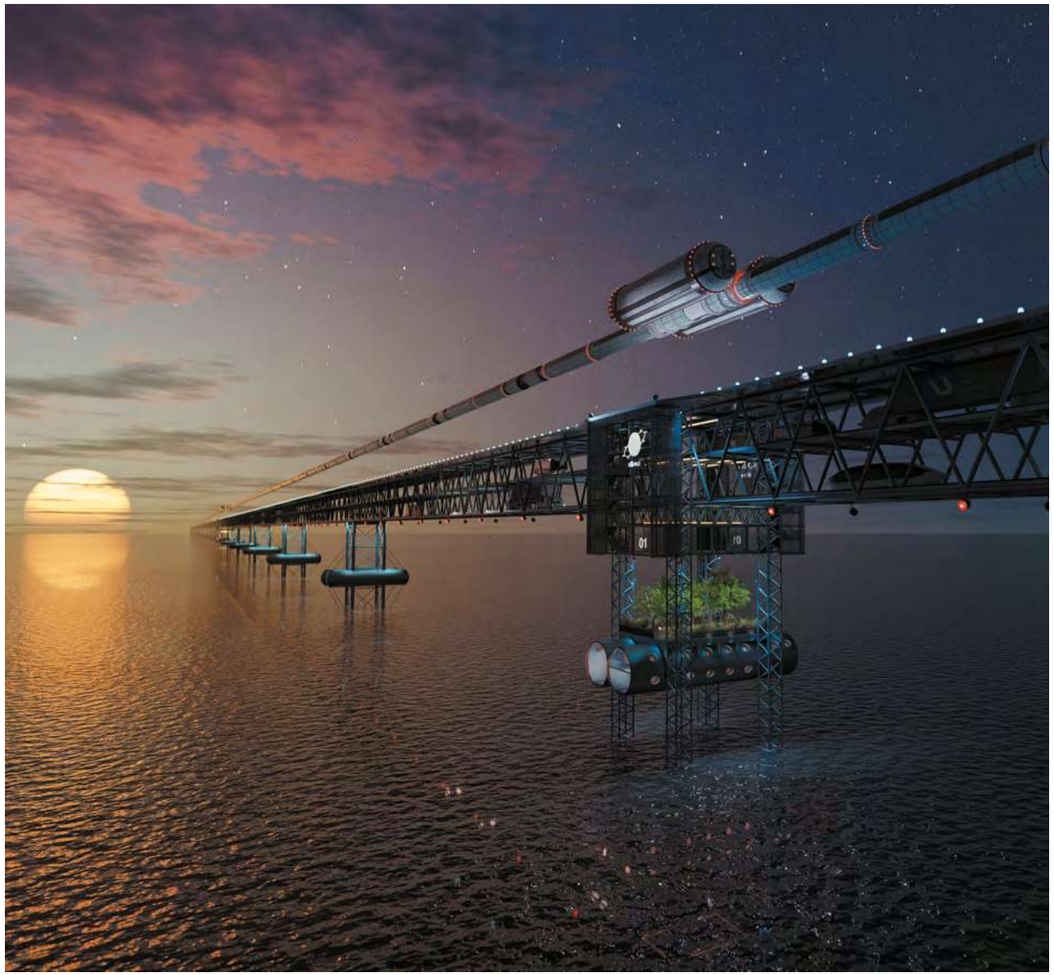
Заключение

На международных научно-технических конференциях «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты», прошедших в 1988 г., а также в 2019–2022 гг., рассматривались различные конструкции и технологии строительства взлётно-посадочной эстакады ОТС [2, 4, 7, 8]. Однако эти предложения не отличались комплексностью подходов, были материалоёмкими и имели высокую стоимость. Представленные в настоящей работе конструктивные и технологические решения позволят снизить стоимость ВПК ОТС, совмещённого с рельсо-струнными дорогами ЮСТ и элементами инфраструктуры ЭЛГ, по меньшей мере на 2 трлн USD. Этот сложнейший комплекс эстакадного типа после оптимизации оказался, например, в два раза дешевле значительно более простого проекта – сухопутного Дубайского монорельса [9], стоимость которого составила 73 млн USD/км в ценах 2008 г. (в ценах 2023 г. – свыше 100 млн USD/км).

Предложенные решения могут быть использованы не только для океанических участков эстакады ОТС, но и на суше, а также при создании транспортно-инфраструктурных коридоров эстакадного типа в линейных городах uCity, в том числе в ЭЛГ.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
2. *Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии», под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – 320 с.*
3. *Самые большие корабли в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/37D73F. – Дата доступа: 12.04.2023.*
4. *Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии», под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – 388 с.*
5. *Юницкий, А.Э. Цивилизационная ёмкость космического дома по имени Планета Земля / Анатолий Юницкий. – Минск, 2021. – 148 с.*
6. *Профиль дна Мирового океана по экватору [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru-ecology.info/pics/203644800440022/. – Дата доступа: 15.03.2023.*
7. *Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии», под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – 240 с.*
8. *Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии», под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – 516 с.*
9. *Дубайский монорельс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/37D7Ar. – Дата доступа: 21.05.2023.*



УДК 624.21.037

Технология и механизация строительства наземных участков экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства

А.Э. Юницкий[1,2]
доктор философии транспорта

Д.И. Бочкарёв[2,3]
кандидат технических наук

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[3] Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Беларусь

Рассмотрены технологические процессы возведения опор и пролётных строений наземных участков взлётно-посадочной эстакады общепланетарного транспортного средства (ОТС). Обоснованы преимущества и недостатки традиционных и альтернативных строительных технологий. Предложены технические средства и конструктивные решения, направленные на снижение сроков и повышение качества строительства протяжённого и ответственного сооружения, каким является эстакада ОТС.

Ключевые слова:
бетонирование, канат, общепланетарное транспортное средство (ОТС), опалубка, опора, пролётное строение, эстакада ОТС.

UDC 624.21.037

Technology and Mechanization of Construction Process at Land Sections of the General Planetary Vehicle Equatorial Overpass

A. Unitsky[1,2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

D. Bochkarev[2,3]
Ph.D. in Technical Sciences

[1] Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

[3] Belarusian State University of Transport,
Gomel, Belarus

The article reviews technological processes regarding construction of the supports and span structures at land sections of the General Planetary Vehicle (GPV) takeoff and landing overpass. There is justification of advantages and disadvantages of the common and alternative construction technologies. The authors offer technical means and design solutions aimed to reduce the erection period and increase the quality of construction of this extended and important structure which is the GPV overpass.

Keywords:
concreting, formwork, General Planetary Vehicle (GPV), GPV overpass, rope, span structure, support.

Введение

Экваториальная взлётно-посадочная эстакада общепланетарного транспортного средства (ОТС) является глобальным логистически-инфраструктурным объектом, который содержит пассажирские станции, грузовые терминалы, логистические центры, а также скоростные, высокоскоростные и гиперскоростные комплексы Струнного транспорта Юницкого (ЮСТ) для мультимодальных грузопассажирских перевозок. Эстакада охватывает Землю в плоскости экватора и имеет протяжённость 40 076 км, из которых 31 171 км приходится на водные участки, а 8905 км – на сухопутные [1]. Грандиозный масштаб взлётно-посадочной эстакады ОТС предъявляет чрезвычайно серьёзные требования к организации, технологии и механизации её строительства, которые должны рационально сочетать высокую производительность, безусловное качество выполнения работ и минимизацию материальных затрат для эффективной эксплуатации данного сложнейшего инженерного объекта на всех этапах его жизненного цикла.

При среднем шаге опор эстакады ОТС, равном 300 м для наземных участков, их количество составит 29 684 шт. Исходя из необходимости обеспечения продольного профиля эстакады с максимально возможными радиусами вертикальных и переходных кривых для минимизации паразитных центробежных сил, действующих на ОТС, и повторения крупного рельефа земной поверхности для снижения объёмов земляных работ, средняя высота опор может достигать 300 м [2], а в отдельных случаях и существенно превышать это значение, например при пересечении Анд.

Мировая практика показывает реализуемость подобных сооружений: самое высокое здание построено в 2010 г. в ОАЭ – башня Бурдж-Халифа (828 м). В 2016 г. через р. Бэйпаньцзян возведён висячий мост, связавший провинции Гуйчжоу и Юньнань (Китай); его длина составляет 1341,4 м, высота дорожного полотна над уровнем воды – 564 м.

Конструкция экваториальной эстакады ОТС

Для выбора корректной схемы эстакады ОТС необходимо учесть все выполняемые ею функции и разработать требуемые в соответствии с ними конструктивные элементы, в том числе с учётом взаимодействия непосредственно с ОТС, особенно при его взлёте и посадке. Согласно проведённым исследованиям [1] ОТС состоит из внешней оболочки, на которую крепится оборудование и полезный груз, и внутренних линейных (ленточных) роторов, размещённых в вакуумных каналах и разгоняемых электромагнитным полем до скорости 12 км/с. При вращении ротора вокруг планеты возникает центробежная сила, являющаяся подъёмной и превышающая силу земного притяжения, что даёт возможность осуществить перемещение ОТС на орбиту. Таким образом, нагрузка от ОТС изменяется в пределах от 1000 до 0 кг на погонный метр эстакады при взлёте и от 0 до 1000 кг при посадке. Это следует принимать во внимание при разработке и расчёте эстакады на прочность и долговечность.

Выбор типа пролётного строения обуславливает несущую способность эстакады, а также технологичность её возведения и стоимость. Балочные пролётные строения получили наибольшее распространение, при этом вантовые и висячие мосты могут обеспечить оптимальную величину пролёта. Главная отличительная особенность балочной системы: с пролётных строений на опоры передаются только вертикальные нагрузки, а горизонтальные отсутствуют. Балочные конструкции могут быть разрезными, состоящими из ряда балок, каждая из которых перекрывает один пролёт. Данная система статически определима, применяется на любых типах оснований, однако требует большого количества деформационных швов и обязательного наличия двух опорных частей на каждой промежуточной опоре. В неразрезной системе одна балка пролётного строения перекрывает несколько пролётов или сразу все; пролётное строение рассчитывается как многоопорная статически неопределимая балка с использованием метода сил, метода перемещений или других методов расчёта статически неопределимых систем, задействованных в строительной механике. Неразрезная система характеризуется отсутствием деформационных швов, но чувствительна к деформациям основания и температурным усилиям, обусловленным максимальным размахом температурных колебаний за весь срок службы.

Висячие (вантовые) мосты по сравнению с мостами, выполненными по балочной схеме, предполагают увеличенную высоту опор (пилонов), их расположение по обе стороны пролётного строения, а также систему канатов (вант), поддерживающих его. Однако пилоны, возвышающиеся над пролётным строением, могут затруднять взлёт и посадку ОТС, требуя его маневрирования с предельно высокой точностью, чтобы не было контакта корпуса ОТС, пилонов и системы канатов. В то же время основные напряжения в висячем мосте – это напряжения растяжения в канатах (вантах) и напряжения сжатия в опорах. Напряжения в самом пролёте малы. Почти все силы в опорах направлены вертикально вниз и стабилизируются за счёт канатов. В вышеперечисленных схемах мостов пролётные строения могут изготавливаться как в виде сплошных балок различного сечения, так и в виде решётчатых конструкций, т. е. ферм.

Анализ и выбор строительных материалов

В современном строительстве в качестве основных конструкционных материалов наиболее широко применяются сталь и бетон. К преимуществам использования стали относят существенно лучший показатель при растягивающих нагрузках. Кроме того, стальные конструкции характеризуются невысокой материалоёмкостью. Однако этот сплав значительно дороже, подвержен коррозии и имеет невысокую пожароустойчивость. Повышение коррозионных свойств стали возможно посредством защитных покрытий и с помощью легирования, что ещё более увеличивает её стоимость. Бетон хорошо работает при сжатии, отличается большой степенью огнестойкости и низкой стоимостью. Вместе с тем бетонные конструкции обладают немалым собственным весом. Исходя из перечисленных главных достоинств и недостатков, сталь и бетон поделили между собой усилия в строительных конструкциях: силы сжатия взял на себя бетон, а растягивающие усилия – сталь, что широко реализуется в железобетонных конструкциях, особенно в предварительно напряжённых [3].

Развитие данного направления, ещё более полно позволяющее совместить достоинства указанных материалов и устранить их недостатки, возможно в сталежелезобетонных конструкциях. В них используется принцип комплексной работы металлических элементов с железобетоном, что распределяет внутренние усилия между соответствующими частями сечений, улучшая их расчётные характеристики. Благодаря этому сокращается общая металлоёмкость, уменьшаются размеры сечений и строительная высота перекрытий, а также увеличиваются несущая способность и жёсткость конструкции. Кроме того, сталежелезобетонные конструкции пожароустойчивы, поскольку бетон имеет высокий показатель удельной теплоёмкости. Соответственно, стальной элемент защищён от перегрева и не происходит снижение его несущей способности. Повышение несущей способности данных конструкций можно рассмотреть на примере железобетонной и сталежелезобетонной колонн диаметром 60 см. Несущая способность четырёхметровой колонны из железобетона составляет около 6000 кН, тогда как сталежелезобетонная колонна обладает несущей способностью до 32 000 кН, т. е. в 5,33 раза больше [4]. Если сравнить стальной и сталежелезобетонный настилы, то экономия стали при одинаковом восприятии нагрузок в случае со сталежелезобетонной конструкцией будет около 15 % [5]. Широкое распространение такие конструкции получили в строительстве мостов. В частности, в Японии более чем в 50 мостах применены гофрированные стенки.

На основании вышеизложенного расчётный объём бетона, необходимый для возведения 1 пог. м пролётного строения эстакады ОТС с размерами поперечного сечения, обеспечивающими независимое движение внутри эстакады четырёх типов транспортных средств, которые имеют возможность перевозить грузы в 20-футовых (Dry Cube) и 40-футовых (High Cube) контейнерах, равен 16 м^3. При этом масса 1 пог. м эстакады составит около 40 тонн. Следовательно, для строительства её наземных участков протяжённостью 8905 км понадобится 142,5 млн м^3 бетона. Учитывая, что в 1 м^3 бетона марки М500 содержится 313 кг цемента, для их возведения нужно 44,6 млн тонн цемента. Исходя из данной нагрузки, а также из нагрузки от ОТС, определяется диаметр опор, который для сталежелезобетонного исполнения может быть равным 3 м, что для сооружения одной средней 300-метровой опоры потребует 2119,5 м^3 бетона, а для 29 684 опор, поддерживающих с шагом 300 м эстакаду ОТС, – 63 млн м^3 бетона, или 19,7 млн тонн цемента. Таким образом, суммарный объём бетона, предназначенный для создания эстакады ОТС в монолитном исполнении, составляет 205,5 млн м^3, что эквивалентно 64,3 млн тонн цемента.

По данным Всемирной цементной ассоциации (World Cement Association) [6], в настоящее время в мировой цементной промышленности занято 1,2 млн человек, а годовая производственная мощность предприятий отрасли равна 6,5 млрд тонн. Наибольший расход цемента – 4 млрд тонн – отмечен в 2014 г. и с тех пор остаётся примерно на одном уровне. Значит, мировая промышленность позволяет обеспечить производство необходимого количества цемента для возведения такого масштабного сооружения, как эстакада ОТС, что составляет всего 1 % её мощности. Следовательно, не будет нанесён ущерб потребителям данной продукции в других сферах мировой строительной отрасли.

Анализ технологических процессов возведения опор

Технологические процессы возведения опор эстакады ОТС в целом традиционны и включают в себя устройство

фундаментов, основой которого является погружение различных типов свай (забивные, буронабивные), и строительство тела опор посредством бетонирования в опалубке.

Сейчас в мировой практике создания мостовых конструкций, воспринимающих большие нагрузки, широкое применение нашли буронабивные сваи, которые сооружают путём бурения в грунте скважин и последующего их заполнения армированным бетоном. Главные преимущества таких свай: возможность использования на всех типах грунтов (в особенности на скальных и сейсмически неустойчивых), отсутствие динамического воздействия на грунт и фундаменты близлежащих сооружений, большая несущая способность.

Буронабивные сваи по характеру работы в грунте подразделяют на сваи-стойки и висячие сваи, каждые из которых в зависимости от гидрогеологических условий строительства могут быть применены при возведении опор эстакады ОТС. К стойкам относятся сваи, опирающиеся на практически несжимаемые грунты (скальные, крупнообломочные породы с песчаным заполнителем и др.). Такие сваи передают нагрузку на грунт через пяту (сопротивление грунта по боковой поверхности ствола в расчётах их несущей способности не учитывается). Висячие сваи, заглублённые в сжимаемые грунты, воспринимают нагрузку через боковую поверхность и пяту.

При устройстве буронабивных свай задействуют различные технологии [7]: непрерывное шнековое бурение, бурение с защитой стенок скважин от обрушения путём заполнения специальным глинистым раствором, бурение скважин под защитой инвентарных обсадных труб или забуриваемых стальных труб с последующим их армированием и заполнением бетоном.

Для определения сплошности буронабивных свай необходимо применять ультразвуковые, акустические и другие методы неразрушающего контроля, которые позволяют обнаружить дефекты в виде разрывов и неоднородностей, имеющих размеры до 10 % от диаметра, а также выявить фактическое положение подошвы свай.

Одновременно с этим требуется постоянный контроль следующих параметров: подвижности бетонной смеси, интенсивности укладки, уровней бетонной смеси в бетонолитной трубе и скважине, уровней нижних концов бетонолитной и обсадной труб с целью соблюдения их минимальных заглублений в бетон, а также прочности бетона, укладываемого в скважину.

В качестве альтернативы рассмотренным выше типам свай возможно применение вибропогружаемых сборных железобетонных оболочек, которые заполняют монолитным бетоном или железобетоном [7].

Кроме того, используются фундаменты на опускных колодцах из монолитного или сборного железобетона или бетона, а также стали, если прочный грунт залегает на относительно небольшой глубине. Однако фундаменты мелкого заложения при этом слишком дорогостоящи, а свайные фундаменты нецелесообразны из-за недостаточной глубины забивки свай [7]. Опускные колодцы применяются также при больших нагрузках, в сложных условиях морских проливов и во всех случаях при глубине заложения до 70 м.

Прежде чем приступить к возведению тела опоры, должны быть закончены и приняты работы по устройству фундамента и бетонированию её ростверка [7]. При этом арматура свай, выпущенная из их голов, замоноличивается в плиту ростверка, а арматура ростверка – в тело опоры, строительство которого может быть наиболее эффективно реализовано с помощью скользящей опалубки, отличающейся тем, что она постоянно перемещается вверх с заданным темпом по мере бетонирования высотных конструкций. В настоящее время созданы скользящие опалубки разных типов, представляющие собой пространственную опалубочную форму, устанавливаемую по периметру возводимого сооружения и поднимаемую гидроцилиндрами (домкратами) [8] по мере его бетонирования посредством непрерывной подачи и укладки бетонной смеси гравитационным или напорным (верхне-восходящим или нижне-восходящим потоком) методами [9], а также с использованием способа опускающегося бетона [10]. Этот технологический процесс включает монтаж арматуры, постоянный контроль вертикальности возводимого объекта, положения опалубки, качества бетона, установки закладных деталей и оперативное управление.

Перечисленные работы выполняются в темпе, соответствующем заданной скорости подъёма опалубки, которая определяется по условиям твердения бетона при данной температуре наружного воздуха и составе смеси, а также служит критерием организации всего технологического процесса. При подъёме опалубки со скоростью меньше оптимальной снижается монолитность сооружения, возрастают силы сцепления бетона с опалубкой, что затрудняет сам процесс, возникают срывы бетона и другие дефекты, ухудшающие качество.

По этой причине остановки опалубки нежелательны во избежание схватывания бетона со щитами. Опыт эксплуатации скользящих опалубок показывает, что скорость подъёма должна быть 15–30 см/ч с шагом 2,5–3 см при каждом подъёме. При выполнении всех требований производительность возведения объекта составляет в среднем 3–6 м/сут.

В то же время недостатками технологии скользящей опалубки являются возможные срывы бетона (опалубка при подъёме увлекает за собой часть неокрепшего материала); сквозные или несквозные горизонтальные трещины, горизонтальные наплывы бетона; раковины и неплотности на поверхности, которые образуются в результате несоблюдения технологических параметров, определяющих кинетику набора прочности бетона; задиры, сколы, шероховатости бетонных стен как результат недостатка контроля за чистотой поверхности опалубки и геометрическими отклонениями системы. В случае вынужденного перерыва в бетонировании следует принять меры против сцепления уложенного бетона с опалубкой: опалубка медленно поднимается до образования видимого зазора между ней и бетоном либо периодически поднимается и опускается в пределах хода штока гидроцилиндров (шаг на месте). При возобновлении бетонирования необходимо очистить опалубку, удалить цементную плёнку с поверхности бетона и увлажнить поверхность. После окончания бетонирования скользящая опалубка при большой высоте конструкции снимается сверху грузовым вертолётом [7].

Преодоление отмеченных недостатков возможно с помощью использования комплексных добавок [9], позволяющих получать высокотехнологичные бетонные смеси различных марок повышенной подвижности с осадкой конуса до 28 см без увеличения расхода цемента (рисунок 1). Значит, литой бетон целесообразно применять не только для тонкостенных конструкций, но и для массивных блоков.

Из представленных графиков видно, что при испытании добавок по отдельности они оказали пластифицирующее действие на бетонную смесь с осадкой конуса 4 см, но влияние было различной степени: эффективность обеих добавок возрастала с увеличением расхода цемента. При потреблении цемента 340 кг/м³ и 0,8 % добавки марки С-3 осадка конуса увеличилась с 4 до 22 см. Лесохимическая добавка (ЛХД), введённая к той же исходной смеси в количестве 0,1 %, повысила осадку конуса до 8,5 см. При использовании ЛХД совместно с добавкой марки С-3 подвижность бетонной смеси снизилась. Вместе с тем способ оценки подвижности по осадке конуса оказался менее чувствительным к влиянию добавки ЛХД: осадка конуса изменилась незначительно – на 0,5–1,5 см, что равно 5–6 %.

Более чувствительным методом является измерение расплыва конуса. При введении 0,1 % ЛХД диаметр расплыва конуса уменьшается в среднем на 18–22 %. Независимо от содержания комбинация добавок марок С-3 и ЛХД в отношении пластификации бетонной смеси оказалась отрицательной. В то же время ЛХД способствовала существенному воздухововлечению, а также снижению водоотделения и растворотделения бетонной смеси. Таким образом, литые смеси практически приближаются к самоуплотняющимся, а значит, часть составов можно использовать в этом качестве как более ресурсосберегающие и экономичные.

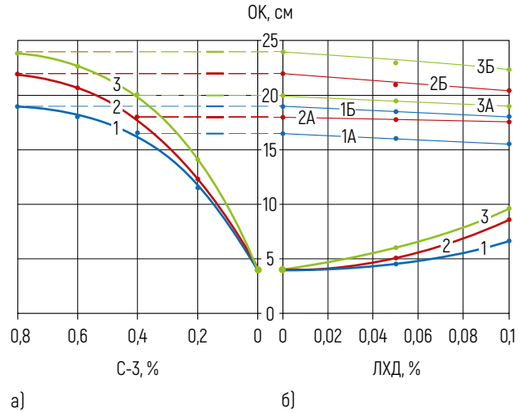


Рисунок 1 – Влияние содержания суперпластификатора С-3 в комплексе с воздухововлекающей добавкой ЛХД на изменение: а, б – осадки конуса (ОК); в, г – диаметра расплыва конуса (D) [9]; 1, 2, 3 – бетонная смесь с расходом цемента 280, 340, 400 кг/м³ соответственно; 1А, 2А, 3А – бетонная смесь с расходом цемента 280, 340, 400 кг/м³ и добавкой 0,4 % С-3 + ЛХД; 1Б, 2Б, 3Б – бетонная смесь с расходом цемента 280, 340, 400 кг/м³ и добавкой 0,8 % С-3 + ЛХД

Анализ технологических процессов возведения пролётных строений

Из существующего разнообразия современных конструкций железобетонных пролётных строений мостовых сооружений и соответствующих им технологических процессов строительства применительно к экваториальной эстакаде ОТС и условиям её возведения можно выбрать два варианта:

- сборная предварительно напряжённая конструкция из типовых элементов коробчатого сечения;
- монолитная неразрезная предварительно напряжённая конструкция [7].

Элементы эстакады сборной конструкции должны быть предварительно изготовлены на предприятиях железобетонных изделий, мобильных производственных базах или приобъектных полигонах, что позволит обеспечить необходимую массовость производства, стабильность геометрических размеров, физико-механических свойств материалов и качественных характеристик готовых изделий. Блоки, прошедшие контроль качества, перевозятся на объекты строительства эстакады, которые могут быть равномерно распределены по экватору, что требует возведения протяжённых технологических дорог, большого количества тяжёлых транспортных средств и организации их движения. Далее с помощью различных средств механизации (монтажные консольные краны, краны-агрегаты консольно-шлюзового типа и др.) элементы эстакады устанавливаются в проектное положение сначала в надопорных, а затем в пролётных секциях с устройством монтажных клеевых стыков и натяжением пучков рабочей арматуры [7].

Достоинство пролётных строений сборной конструкции заключается в возможности одновременного монтажа на различных равномерно распределённых по экватору участках эстакады, что способствует сокращению сроков возведения всего сооружения. Вместе с тем недостатком данной конструкции является наличие большого количества монтажных стыков между элементами (блоками), которые снижают общую надёжность эстакады.

Монолитные пролётные строения возводятся непосредственно на объекте с помощью опалубки. В процессе их строительства не требуются краны большой грузоподъёмности и специальный транспорт для перевозки тяжёлых и крупногабаритных элементов, при этом количество деформационных швов минимально, что важно для увеличения долговечности конструкции. Монолитный способ также даёт возможность одновременного строительства на различных равномерно распределённых по экватору участках эстакады. Такой подход способствует сокращению сроков возведения всего сооружения, однако подразумевает постоянное непрерывное обеспечение распределённых объектов материалами: щебнем, песком, цементом и др.

С точки зрения эксплуатационной надёжности преимуществом монолитных конструкций перед сборными кроме отсутствия стыков является также то, что ненапрягаемая арматура предыдущей секции не прерывается, а стыкуется с арматурой последующей секции.

В неразрезных балочных и рамных пролётных строениях натяжение верхних пучков осуществляется по мере бетонирования; нижние пучки натягиваются после замыкания пролётного строения и преобразования его из консольной в балочно-неразрезную систему.

Метод навесного бетонирования, наиболее подходящий для возведения экваториальной эстакады ОТС, заключается в последовательном бетонировании секций её пролётного строения в направлении от опор к серединам пролётов. Секции пролётного строения длиной 3–5 м бетонируются в опалубке, которая может быть несъёмной, выполняющей функции как защиты от внешней среды, так и теплоизоляции (это способствует лучшему твердению бетона в условиях экваториального климатического пояса), а также скользящей, находящейся в составе специальных агрегатов, которые устанавливают и передвигают по ранее забетонированной части пролётного строения. При меньшей длине бетонирования происходит увеличение количества секций и возрастает его продолжительность. Секции значительной длины нежелательны из-за утяжеления консолей эстакады и передвижных агрегатов. Максимальная величина железобетонной консоли, бетонируемой навесным способом, ограничивается прочностью сечения в её корне и устойчивостью пролётного строения на опрокидывание. При этом использование несъёмной опалубки, в отличие от скользящей, менее производительно вследствие высокой трудоёмкости предварительного монтажа.

В зависимости от схемы пролётного строения, величин пролётов и их соотношения возможны различные варианты навесного бетонирования, основными из которых являются уравновешенное и полууравновешенное, выполняемые одновременно двумя агрегатами. С их помощью консоли пролётного строения наращивают в обе стороны от опоры, обеспечивая совместную устойчивость [7].

Исходя из монолитности пролётов эстакады ОТС, для их строительства необходимы специальные устройства.

Агрегаты для навесного бетонирования традиционного типа могут иметь различную конструкцию (консольная, рамная, сплошностенчатая, сквозная и др.) и перемещаться по забетонированной части по рельсовым путям на тележках [7]. К консольной части агрегата подвешиваются поперечные балки, на которые укладывается рабочий настил. Длина подвесной площадки должна быть достаточной для размещения бетонируемой секции и выступающей из неё арматуры. Устойчивость положения агрегата может достигаться установкой противовеса (при перемещении) и анкеровкой за конструкцию забетонированного пролётного строения. Положение подмостей при бетонировании для обеспечения проектных линий регулируют домкратами. Недостатками консольного агрегата традиционной конструкции является цикличность операций по бетонированию, а также большое количество технологических процессов и конструктивных элементов, усложняющих сборочные операции и увеличивающих металлоёмкость.

Разработка конструкции устройства для непрерывного бетонирования эстакады ОТС

Преодоление перечисленных недостатков возможно посредством использования бетоноукладчика непрерывного действия (рисунки 2, 3), который представляет собой скользящую опалубку, передвигаемую по забетонированной части эстакады с помощью гидравлических приводов.

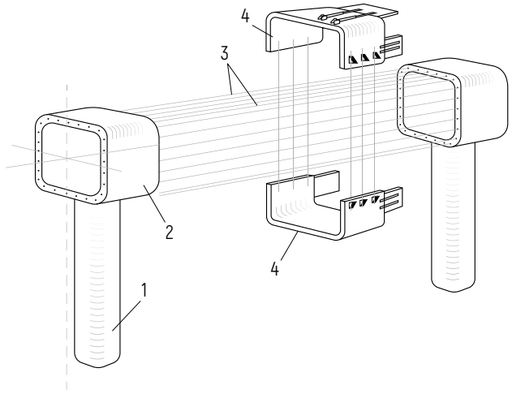


Рисунок 2 – Установка бетоноукладчика для выполнения технологического процесса бетонирования пролёта эстакады ОТС:
1 – опора; 2 – оголовок опоры;
3 – предварительно напрягаемая арматура (арматурные канаты);
4 – верхняя и нижняя составные части бетоноукладчика

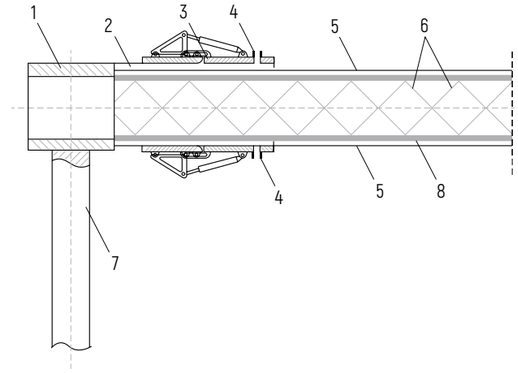


Рисунок 3 – Технологический процесс бетонирования пролёта эстакады ОТС бетоноукладчиком: 1 – оголовок опоры;
2 – пролётное строение; 3 – корпус бетоноукладчика;
4 – бетонолитная труба; 5 – предварительно напряжённые канаты;
6 – распорки внутренней опалубки; 7 – опора;
8 – внутренняя неподвижная опалубка (оболочка)

Для реализации предлагаемого технологического процесса конструкция опор эстакады ОТС должна содержать оголовки для анкерения предварительно напрягаемых канатов, армирующих пролётное строение. Очертание внутренней поверхности пролётного строения обеспечивается внутренней неподвижной опалубкой (оболочкой), которая укрепляется распорками, демонтируемыми после набора бетоном прочности. Далее проводится монтаж соединяемых между собой верхней и нижней частей бетоноукладчика, который осуществляет непрерывное бетонирование при движении от одной опоры к другой. Одновременно с этим навстречу ему со стороны противоположной опоры может двигаться другой аналогичный бетоноукладчик, а симметрично относительно первой опоры в другую сторону также производиться бетонирование двумя бетоноукладчиками, направляющимися навстречу друг другу. Таким образом реализуется технология уравновешенного или полууравновешенного бетонирования [7].

После того как завершится бетонирование пролёта, бетоноукладчики демонтируются с помощью грузоподъёмных средств и перемещаются на следующий пролёт. Разбивка эстакады ОТС на участки, синхронно возводимые данным способом, оптимизирует количество применяемых машин и оборудования, а также благодаря сетевому планированию обеспечит требуемую производительность, высокое качество и приемлемую стоимость работ.

Бетоноукладчик содержит шарнирно соединённые скользящую опалубку и упорные плиты, которыми посредством

гидроцилиндров осуществляется упор в затвердевший бетон (рисунок 4). Это позволяет, отталкиваясь от упорных плит, удерживаемых силами трения, передвигать на величину, равную ходу штока гидроцилиндра, подвижную часть бетоноукладчика, которая представляет собой скользящую опалубку.

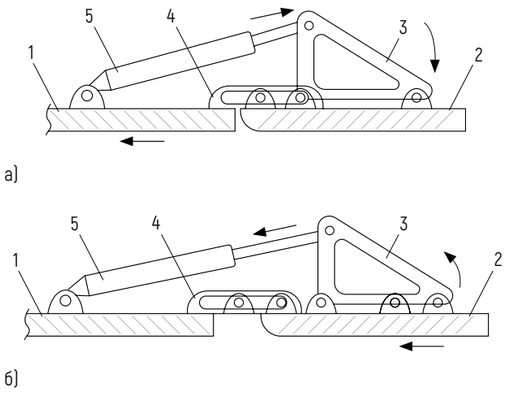


Рисунок 4 – Конструктивная схема механизма передвижения верхней и нижней частей бетоноукладчика:
а – положение бетонирования;
б – положение перемещения скользящей опалубки (подвижной части); 1 – скользящая опалубка (подвижная часть);
2 – упорная плита; 3 – рычажный механизм;
4 – направляющая; 5 – гидроцилиндр

Такт передвижения составляет 0,3–0,5 м. С учётом выдержки, необходимой для твердения бетона, суточная величина передвижения бетоноукладчика может достигать 3–5 м. Таким образом, бетонирование одного пролёта длиной 300 м и двух полупролётов по 150 м будет выполнено за 30–50 суток при встречном движении двух бетоноукладчиков (одновременно с этим ещё два бетоноукладчика идут в противоположных от опор рассматриваемого пролёта направлениях).

Разбивка наземной части эстакады ОТС протяжённостью 8905 км на участки, длина которых равна 3 км, содержащие девять пролётов и два полупролёта, позволяет с помощью четырёх бетоноукладчиков осуществлять бетонирование за 160–260 суток (включая время, затраченное на монтаж и демонтаж бетоноукладчиков – одни сутки на монтаж, одни сутки на демонтаж).

Предлагаемая технологическая схема использования бетоноукладчиков с разбивкой наземной части эстакады ОТС на 2969 трёхкилометровых участков показывает, что для строительства всего сооружения потребуется 1187 бетоноукладчиков, расчётный ресурс которых 7,5 км. Значит, бетонирование пролётов возможно за 1600–2600 суток (4,5–7,5 года). При условии возведения 29 684 опор средней высоты 300 м и диаметра 3 м, на что понадобится около 1000 суток (2,7 года) при применении 2968 комплектов скользящей опалубки, имеющих расчётный ресурс 3 км, общее время строительства наземной эстакады ОТС составит 2600–3600 суток (7,2–10,2 года).

Длина пролёта эстакады, равная 300 м, взята в настоящем исследовании условно. Поскольку материалоёмкость и, соответственно, стоимость железобетонного пролётного строения находится в квадратичной зависимости от длины пролёта, а опор – в линейной, то следует оптимизировать это значение относительно высоты опор: чем ниже опоры, тем более коротким будет оптимальный пролёт (при нулевой высоте опор эстакада вырождается в железобетонное полотно, лежащее на упругом основании, – в традиционную автомобильную дорогу с железобетонным покрытием). Такая оптимизация в процессе проектирования взлётно-посадочной эстакады ОТС с учётом реального рельефа местности позволит снизить материалоёмкость и стоимость объекта минимум в два раза.

Заключение

На нынешнем этапе развития цивилизации человечество обладает необходимыми компетенциями, технологиями, материалами и техническими средствами, позволяющими осуществлять строительство сложного, протяжённого, воспринимающего высокие нагрузки, проходящего в различных гидрогеологических зонах объекта, которым является экваториальная эстакада ОТС. Вместе с тем использование современных цифровых методик расчёта, геологических и геодезических изысканий, а также BIM-технологий проектирования, организации и планирования строительства предоставляет возможность управлять материальными, временными и человеческими ресурсами с целью оптимизации и максимальной эффективности строительства по критериям обеспечения высокой эксплуатационной надёжности, минимизации сроков возведения объекта и стоимости работ.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
2. *Юницкий, А.Э. Разработка конструкции, изыскания и проектирование экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства / А.Э. Юницкий, Д.И. Бочкарёв, С.В. Артюшевский // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2021. – Т. 22, № 2. – С. 205–216.*
3. *Предварительно-напряжённые конструкции зданий и инженерных сооружений / Г.И. Бердичевский [и др.]. – М.: Стройиздат, 1977. – 207 с.*
4. *Залесов, А.С. Расчёт прочности железобетонных элементов при действии поперечных сил и кручении / А.С. Залесов // Бетон и железобетон. – 1976. – № 6. – С. 22–24.*
5. *Бондаренко, В.М. Расчётные модели силового сопротивления железобетона / В.М. Бондаренко, В.И. Колчунов. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 472 с.*
6. *Райли, И. Мировая цементная промышленность и технология: прошлое, настоящее и будущее [Электронный ресурс] / И. Райли, М. Бербидж, Р. Ванг. – Режим доступа: https://jcement.ru/reading/cemchem/mirovaya-tsementnaya-promyshlennost-i-tekhnologiya-proshloe-nastoyashchee-i-budushchee/. – Дата доступа: 31.08.2023.*
7. *Курлянд, В.Г. Строительство мостов: учеб. пособие / В.Г. Курлянд, В.В. Курлянд. – М.: МАДИ, 2012. – 176 с.*
8. *Киянец, А.В. Современные опалубочные системы: учеб. пособие / А.В. Киянец. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2015. – 52 с.*
9. *Комаринский, М.В. Бетонирование густоармированных конструкций литыми смесями / М.В. Комаринский, Р.В. Онисковец, О.А. Остаркова // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 2 (53). – С. 29–41.*
10. *Хафизов, Т.М. Сравнительный анализ способа опускающегося бетона и метода скользящей опалубки / Т.М. Хафизов, А.Х. Байбурин // Безопасность критичных инфраструктур и территорий. Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур: сб. ст. VIII всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием и XVIII шк. молодых учёных, IV междунар. конф., Екатеринбург, 4–5 окт. 2018 г. / УРФУ, НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН. – Екатеринбург: НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН: УРФУ, 2018. – С. 222–228.*

УДК 004.855.5+004.93'12

Применение классического машинного обучения и обучения нейронных сетей при диагностике и эксплуатации экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства

М.Н. Гусев

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Для диагностики экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства (ОТС) предложена технология, позволяющая посредством блока IMU и камеры проводить исследования в космической и транспортной сферах, используя классическое машинное обучение и обучение нейронных сетей. Данный набор датчиков является самым дешёвым, доступным и надёжным в эксплуатации. Автор анализирует эффективность различных алгоритмов, таких как метод опорных векторов (SVM) и логистическая регрессия (LR), которые показывают, что классическое машинное обучение оптимально для работы с большими объёмами данных. Предложено применение обучения нейронных сетей и рассмотрен принцип трансферного обучения. Подчеркиваются возможности и обозначаются ограничения классического машинного обучения и обучения нейронных сетей в контексте космических и транспортных исследований. Авторские наработки могут быть полезными для специалистов, осуществляющих эксплуатацию экваториальной взлётно-посадочной эстакады ОТС.

Ключевые слова:
машинное обучение, набор данных GTSRB, общепланетарное транспортное средство (ОТС), свёрточная нейронная сеть, трансферное обучение, эстакада ОТС, VGG16.

UDC 004.855.5+004.93'12

Application of Classical Machine Learning and Neural Networks Training in the Diagnostics and Maintenance of the General Planetary Vehicle Equatorial Overpass

M. Gusev

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

There is a technology proposed for diagnostics of the General Planetary Vehicle (GPV) equatorial overpass which allows to perform research in the space and transport spheres on the basis of classical machine learning and neural networks training using IMU unit and camera. This set of sensors is the cheapest, most affordable and most reliable in operation variant. The author analyzes the efficiency of various algorithms, such as the support vector method (SVM) and logistic regression (LR), which show that classical machine learning is optimal for processing large data volumes. The article offers application of neural networks training and transfer learning. The opportunities and limitations of classical machine learning and neural networks training in the context of space and transport research are highlighted. The author's work may be useful for the specialists who maintain the GPV equatorial takeoff and landing overpass.

Keywords:
convolutional neural network, GPV overpass, GTSRB dataset, General Planetary Vehicle (GPV), machine learning, transfer learning, VGG16.

Введение

Геокосмическая программа uSpace имеет право называться самым амбициозным проектом XXI в. Экваториальная взлётно-посадочная эстакада общепланетарного транспортного средства (ОТС) имеет длину 40 076 км [1–3], включает в себя взлётно-посадочную полосу ОТС, а также скоростной (до 200 км/ч), высокоскоростной (до 600 км/ч) и гиперскоростной (до 1500 км/ч) транспортно-инфраструктурные комплексы Струнного транспорта Юницкого (ЮСТ), обеспечивающие земную логистику геокосмических грузопассажирских перевозок. Обслуживание и анализ такой масштабной инфраструктуры могут быть весьма затратными.

Рассмотрим возможные методы анализа протяжённых конструкций. К примеру, на 2018 г. в Словении насчитывалось 43 670 км дорог общего пользования, что всего на 8,9 % больше, чем составляет наземная инфраструктура ОТС. Однако даже в такой традиционной сфере имеются проблемы со своевременным обслуживанием и, что особенно важно, контролем состояния дорог в реальном режиме. Самое простое решение – использование классических инструментов в области машинного обучения, таких как метод опорных векторов (SVM) и логистическая регрессия (LR). Набор данных для исследования взят из открытых источников [4].

Ещё одно потенциальное применение SVM и LR – помощь в позиционировании транспортного средства при отсутствии или слабом GPS-сигнале. Среди существующих технических решений – установка сигнальных меток на опорах эстакады в формате знаков дорожного движения, содержащих информацию по локациям.

Для того чтобы проводить диагностику состояния экваториальной эстакады ОТС, автор предлагает следующие методы:

- классическое машинное обучение, при котором используются данные с инерциального блока – считывание скорости, ускорения, высоты и положения подвижного состава и элементов эстакады в пространстве;
- обучение модели распознавания с помощью нейронных сетей посредством камер – через визуальные метки определяется местоположение транспорта.

Данные методы могут лечь в основу вспомогательной или ключевой функции автоматической системы управления.

Цель данной работы – проанализировать точность инструментов на базе доступного набора данных; сравнить два типа алгоритмов и оценить возможность применения инструментов.

Контролируемое машинное обучение (SVM и LR)

Для обеспечения безопасного движения гиперскоростного транспорта по экваториальной эстакаде ОТС, а также для диагностики состояния путевой структуры предлагается применять классические датчики, такие как камера и инерциальный блок, однако показания датчиков использовать в совершенно новом ключе. Как известно, для машинного обучения требуются многочисленные данные реально действующей системы: для определения и распознавания знаков – не менее 30 000 изображений. По этой причине для исследования за основу взяты данные из открытых источников, наиболее приближенные к показателям, которые могут быть получены при функционировании экваториальной эстакады. Ниже представлено обучение модели с помощью информации с инерциального блока.

Открытый набор данных взят из доступных зарубежных источников [5]. Задача – показать контролируемый анализ набора данных о транспортных средствах и сравнить любые два алгоритма классификации для достижения наилучших результатов. В процессе исследования изучен набор данных, распознаны функции, обработаны и отформатированы данные для устранения несогласованности, определены две возможные модели (логистическая регрессия и поддержка машинного обучения), выбранные среди нескольких алгоритмов. Сравнивались следующие показатели: точность, сбалансированная точность и оценка $F1$. Результаты метрик проанализированы относительно моделей и выбранных функций. Окончательная версия проекта составлена отдельными блоками кода, которые объединены в репозиторий GitHub [6].

SVM – это алгоритм контролируемого машинного обучения, который необходим для классификации или регрессии. SVM действует путём разделения входных данных на классы, используя гиперплоскости с максимальным запасом [4]. Хотя SVM создан для бинарных классификаций, его можно применять в полиномиальной классификации, разбив полиномиальные категории на множество задач бинарной классификации [7].

LR – ещё один метод классификации, который является расширением линейной регрессии. Используется для прогнозирования вероятности принадлежности входных данных к классу. Подобно SVM, логистическая регрессия разработана как бинарный классификатор, однако может быть расширена для использования в полиномиальной классификации. Полиномиальная логистическая регрессия задействует оценку максимального правдоподобия для предсказания членства в классе. Метод регуляризации способствует уменьшению ошибки обобщения алгоритма обучения, но не ошибки обучения [8]. Регуляризация наносит ущерб сложной модели, следовательно, может использоваться для уменьшения переобучения и повышения производительности модели [9].

Для оценки и сравнения результатов классификации SVM и LR необходимо применять вероятностные метрики. В ходе настоящей работы изучены следующие параметры: точность, сбалансированная точность и оценка $F1$.

Точность – соотношение между правильными прогнозами и общим количеством прогнозов. Это широко используемая метрика в приложениях классификации и прогнозирования; вычисляется по формуле:

$$\text{Точность} = \frac{\text{Правильные классификации}}{\text{Общие классификации}} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}, \quad (1)$$

где TP – верные положительные прогнозы;

TN – верные отрицательные прогнозы;

FP – ложные положительные прогнозы;

FN – ложные отрицательные прогнозы.

Точность не является идеальным измерением; она выдаёт вводящие в заблуждение высокие результаты, когда второстепенные классы определяются неправильно. Применение данного способа оправдано в случае, если имеется равное количество образцов из каждого класса.

Сбалансированная точность – метрика, хорошо выявляющая классовый дисбаланс в данных. Представляет собой среднее значение отклика модели и верного отрицательного показателя; вычисляется по формуле:

$$\text{Сбалансированная точность} = \frac{1}{2}\left(\frac{TP}{TP + FP} + \frac{TN}{TN + FN}\right). \quad (2)$$

Оценка $F1$ – среднее гармоническое значение точности и отклика модели. Максимальное значение – 1, что является идеальными откликом и точностью, а минимальное значение – 0, что означает наихудшие точность и отклик. Оценка $F1$ считается подходящей метрикой для отслеживания при попытке свести к минимуму как ложные положительные, так и ложные отрицательные величины. Широко используется в приложениях, поддерживающих машинное обучение:

$$\text{Оценка } F1 = \frac{2TP}{2TP + FP + FN}. \quad (3)$$

Данные, полученные с датчиков, могут быть расплывчатыми и несбалансированными, значит, их необходимо обработать перед применением, чтобы обеспечить достоверность и смысл ввода. В ходе исследования необработанные данные были проанализированы; числа с запятыми преобразованы в числа с плавающей точкой. Точно так же нечисловые значения (NaN) заменены наиболее часто встречающимся значением в столбце с использованием модуля SimpleImputer из пакета scikit-learn [10]. Унификация столбцов достигнута путём подбора и преобразования стандартного скаляра для масштабирования дисперсий, что упрощает данные для анализа.

Целевые характеристики открытого набора данных – дорожное покрытие, трафик и стиль вождения, которым присвоены числовые категории с помощью стандартной функции OrdinalEncoder из пакета scikit-learn [11]. Каждая из трёх характеристик независима, сильно смещена к одному элементу, как показано на круговых диаграммах (рисунок 1). Предвзятость такого рода возникает, когда в результатах доминирует один элемент (например, на категорию EvenPaceStyle приходится 89 % всех данных о стиле вождения). Этот дисбаланс признаков будет учитываться при конечной обработке.

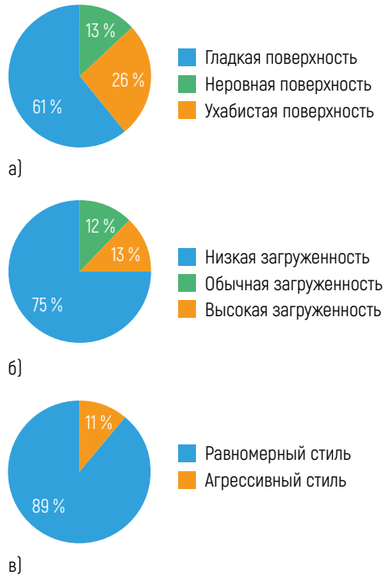


Рисунок 1 – Анализ разделения на классы набора данных Kaggle:
а – класс «дорожное покрытие»; б – класс «трафик»;
в – класс «стиль вождения»

Как видно из вышеприведённого, дисбаланс различных меток в целевых переменных повлиял на точность классификаторов и сбалансированную точность: более несбалансированные целевые переменные показали более высокую точность, а также более низкую сбалансированную точность. Данный факт указывает на то, что классификаторы недостаточно хорошо справлялись с классификацией менее часто встречающихся меток. Оценка *F*1 более явно отражает низкую точность при использовании несбалансированных данных. Подходы опорных векторов и логистической регрессии схожи; минимальный разрыв в показателях считается приемлемым. Небольшой разрыв метрик является следствием разных подходов к функции потерь или того, что SVM рассматривает только точки вблизи локальной границы, а LR – глобальные границы. В ситуации с более сбалансированными данными SVM и LR могут показать большие разрывы в метриках двух методов. Совершенствование моделей сильно зависит от качества и размера данных.

Таким образом, результаты моделей LR и SVM, представленные в таблице и на рисунке 2, показывают возможность использования функций в рамках диагностики путевой структуры экваториальной эстакады. Дальнейшие исследования более сложных моделей и оптимизация гиперпараметров могут привести к модели, подходящей для компенсации дисбаланса в обучающих данных.

Трансферное обучение (VGG16)

Дальнейший этап работы – исследование возможности распознавания знаков как данных с камеры. Инновационность подхода состоит в применении указанного метода в отношении гиперскоростного транспорта с помощью переобучения модели свёрточной нейронной сети VGG16.

Свёрточная нейронная сеть (CNN, или ConvNet) – класс нейронных сетей, специализирующихся на обработке данных, имеющих структуру сетчатой топологии (например, фотографии, изображения). Цифровое изображение – это двоичное представление визуальных данных, т. е. ряд пикселей, расположенных в виде сетки. Каждая ячейка содержит визуальные данные (яркость, цвет). Подобно тому как нейроны в мозге реагируют на стимул только в ограниченной области поля зрения, называемой рецептивным полем в системе биологического зрения, каждый нейрон в CNN также обрабатывает данные только в своём рецептивном поле. Слои настроены таким образом, что сначала они находят более простые фигуры (линии, кривые и др.), а затем более сложные образы (лица, объекты и др.).

Таблица – Результаты обучения

Показатель / Класс	Точность SVM	Сбалансированная точность SVM	Оценка *F*1 SVM	Точность LR	Сбалансированная точность LR	Оценка *F*1 LR
Дорожное покрытие	0,782652	0,737606	0,728651	0,778446	0,715456	0,719583
Трафик	0,775441	0,468239	0,45545	0,782051	0,487309	0,499387
Стиль вождения	0,881611	0,5	0,46854	0,880409	0,512502	0,496514

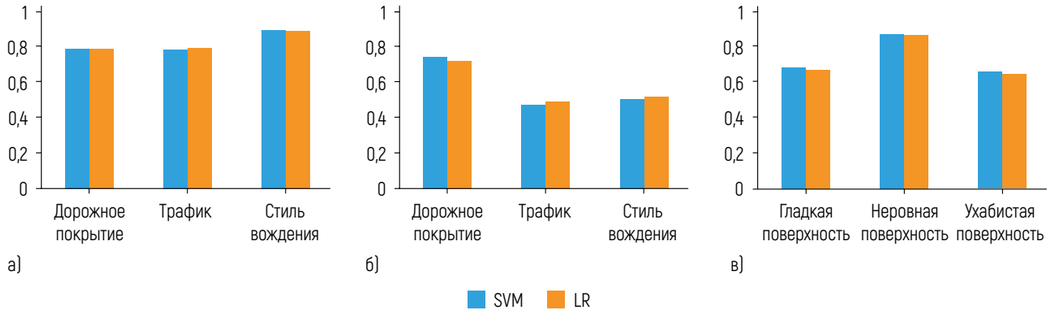


Рисунок 2 – Результаты обучения: а – точность; б – сбалансированная точность; в – оценка *F*1

VGG16 – модель свёрточной нейронной сети (рисунок 3), предложенная сотрудниками Оксфордского университета [12]; достигает точности 92,7 % – топ-5 при тестировании на ImageNet в задаче распознавания объектов на изображении. Этот набор данных состоит из более чем 14 млн изображений, распределённых по 1000 классам.

Опыт, накопленный при решении одной задачи, трансферное обучение позволяет использовать для решения другой аналогичной задачи. Нейронная сеть сначала обучается на большом объёме данных, затем на целевом наборе, для чего необходимы две составляющие: наличие подходящей предварительно обученной модели и переназначение модели путём выделения характерных признаков, а также с помощью тонкой настройки.

Предварительно обученная модель – модель, которая разработана и обучена кем-то другим для решения проблемы, подобной нашей. На практике кто-то, обладающий большими вычислительными ресурсами, создаёт большую нейронную сеть для конкретной задачи, обучает её на большом наборе данных (Big Data), таких как открытые для использования ImageNet или Wikipedia Corpus. Например, VGG19 имеет 143 667 240 параметров и применяется для классификации изображений.

В архитектурах Deep Learning (глубокое обучение) начальные уровни изучают общую информацию, а слои последнего уровня – более конкретные характеристики. Многие модели обучаются всевозможным ситуациям. Например, ImageNet содержит 1 млн изображений, распределённых по 1000 классам, поэтому нет необходимости изменять общую картину, которую видит текущая модель. Вместо этого будет полезно дополнить её новыми специфическими свойствами, переподготовив только последние слои, чтобы перепрофилировать для собственных нужд. При воздействии на большее количество слоёв переобучения возрастает риск чрезмерного переобучения.

Выделение характерных признаков использует изображения, полученные с помощью предыдущей модели, для добавления признаков из новых выборок, которые затем обрабатываются новым классификатором. Такой метод требует добавления классификатора, который будет обучен с нуля, поверх предварительно обученной модели для решения целевой функции. Архитектуры CNN обычно состоят из двух частей: свёрточной и полностью соединённой. При выделении характерных признаков свёрточная часть остаётся неизменной, в то время как тонкая настройка захватывает несколько последних свёрточных слоёв.

Оба метода переназначения модели могут повысить её точность, но при условии наличия достаточного количества данных. В противном случае сеть не почувствует изменений из нового набора данных и не сможет выполнить профилирование.

Выделение характерных признаков используется, когда проблема, решаемая в прошлой сети, аналогична целевой. Однако если имеются существенные различия, то целесообразнее дополнительное обучение, которое является более дорогостоящим с вычислительной точки зрения.

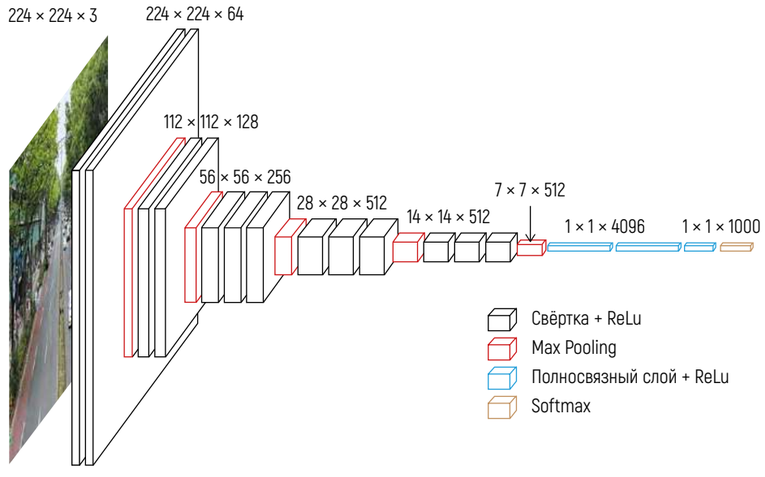


Рисунок 3 – Архитектура модели свёрточной нейронной сети VGG16

Полученная с датчиков информация может быть расплывчатой и несбалансированной. Некоторые дорожные знаки система будет видеть на каждом участке, а некоторые – значительно реже. Набор данных GTSRB системы Kaggle имитировал этот дисбаланс.

Общее количество всех изображений обучающей части набора данных равно 39 209 единицам, разделённым по 43 классам; большинство относится к 17 классам и содержит 28 710 изображений, или 73,3 %. Это означает, что в остальных 26 классах содержится всего 10 499 изображений, или 26,7 %. Один класс может занимать от 5,7 до 0,5 % от обучающего набора данных (рисунок 4).

Согласно стандартной архитектуре VGG16 входные данные, по умолчанию равные 224 × 224, нами сокращены до 40 × 40.

Вычислительная мощность обучающегося оборудования ограничена, поэтому изменение масштаба, обрезка и центрирование всех изображений выполнялись с помощью функции «Генератор данных изображений» (Image Data Generator). Такой подход позволяет сократить требование к вычислительной мощности транспорта и сделать модель более доступной.

Таким образом, выбрано выделение характерных признаков вместо тонкой настройки, поскольку модель VGG16 обучена решению аналогичной задачи, а применение тонкой настройки требовало больше времени, вычислительной мощности и предварительной обработки. Код модели можно посмотреть на GitHub [13].

Рисунок 5 демонстрирует вариативность набора данных, использованных при переобучении модели VGG16 для распознавания знаков. Библиотека изображений случайным образом была разделена на данные, предназначенные для обучения (90 %) и тестирования (10 %), которые послужили контролем точности выбранного системой решения.

В процессе обучения модель показала следующие метрики (рисунок 6):

- после обучения в течение 10 эпох – точность тестирования 76,6 % и обучения 90,8 %. Эти результаты стали отправной точкой для будущего анализа. Дальнейшие шаги – повышение точности и сокращение потерь при обучении;
- после обучения в течение 30 эпох – точность тестирования 78,5 % и обучения 94,4 % (т. е. +1,9 % к точности тестирования и +3,6 % к точности обучения);
- после обучения в течение 50 эпох – точность тестирования 78,6 % и обучения 98 % (т. е. всего +0,1 % к точности тестирования и +3,6 % к точности обучения).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее подходящее количество эпох – 30 (соответствие). Модель с 50 эпохами увеличила точность обучения, однако только на 0,1 % точность тестирования. Это прямые признаки чрезмерной подгонки модели.

Для того чтобы повысить точность, необходимо уменьшить потери по обучению и избежать чрезмерного обучения – модели требуется больше обучающих данных или более сбалансированный набор данных.

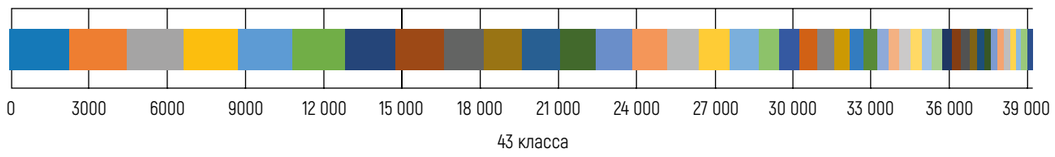


Рисунок 4 – Анализ набора данных GTSRB

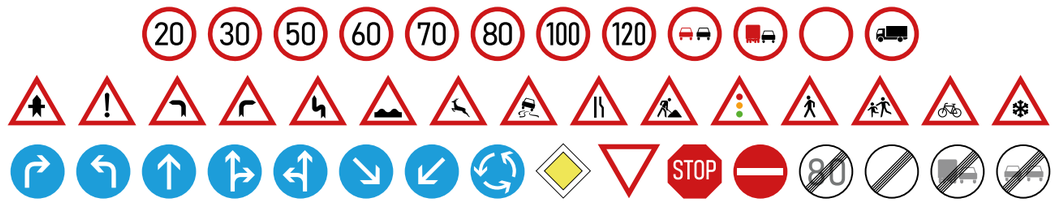


Рисунок 5 – Знаки в наборе данных GTSRB

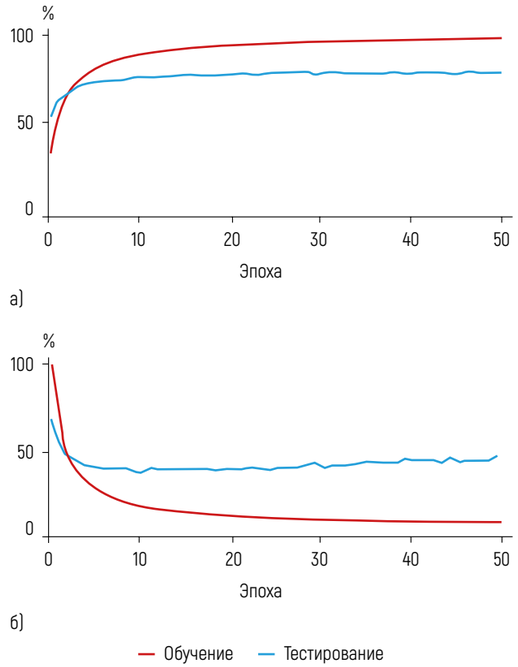


Рисунок 6 – Графики точности и потерь данных GTSRB:
а – точность обучения; б – потери обучения

Такая точность не позволяет использовать модель как основную систему безопасности и распознавания знаков, но при этом показывает огромный потенциал её применения, когда появится большой набор данных для обучения системы, так как наибольший процент обучения составляет 98 % (при 39 000 изображений). Если значительно увеличить количество выборки, точность может достигать 99 % и более. Это даст возможность использовать модель как часть автоматической системы управления гиперскоростного транспорта экваториальной эстакады.

Заключение

В данной работе проанализированы возможности и ограничения двух подходов к машинному обучению – классического и нейронных сетей – в контексте транспортных и будущих космических исследований. Предложено использование классических методов машинного обучения, таких как SVM и LR, а также метода переобучения свёрточных нейронных сетей на основе данных с камеры. Указанные подходы показали достаточную эффективность для внедрения.

Классическое машинное обучение базируется на методе опорных векторов и логистической регрессии и оценивает эффективность этих инструментов при работе с большими данными.

Обучение сетей возможно через различные архитектуры сетей (свёрточные и рекуррентные). Исследована их применимость к ОТС и обозначены проблемы, связанные с недостатком данных при обучении нейронных сетей для задействования в космосе.

В дальнейшем предполагается рассмотрение возможности комбинирования классического машинного обучения и обучения нейронных сетей. Например, с целью предварительной обработки данных и извлечения признаков можно использовать классические алгоритмы, а затем – нейронные сети для финального прогнозирования или классификации. Важно продолжать работу по сбору и анализу космических данных или данных с ОТС – чем больше информации будет доступно для обучения, тем более точные и надёжные модели машинного обучения можно создать.

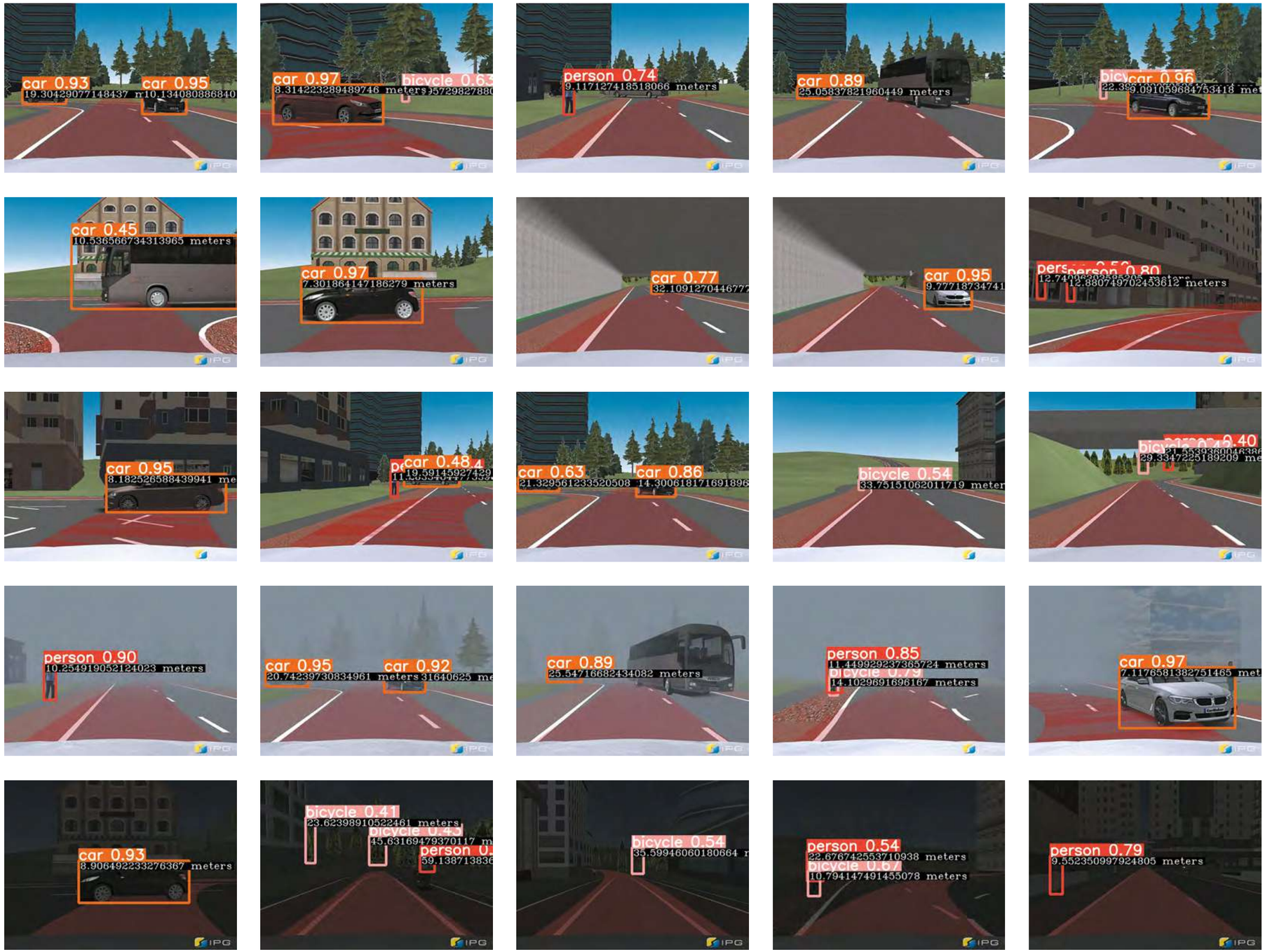
Такие подходы в диагностике путевых структур, а также при строительстве и эксплуатации экваториальной эстакады ОТС будут способствовать повышению безопасности транспортной системы и одновременно снижению стоимости, поскольку цена датчиков невысокая, а эффект от их использования значителен.

Настоящая статья вносит существенный вклад в исследование применения машинного обучения в сфере автономного транспорта, в том числе в космической области; полезна для специалистов, помогая им принимать обоснованные решения при выборе подхода к анализу данных для разработки безопасного транспорта.

Список основных источников

1. *Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиа-Проект, 2023. – 320 с.*
2. *Юницкий, А.Э. Инженер: автобиография / Анатолий Юницкий. – Минск: Белпринт, 2021. – 400 с.: ил.*
3. *Unitsky, A. System Foundations of Non-Rocket Near Space Industrialization: Problems, Ideas, Projects / ed. A. Unitsky. – Minsk: Gradient, 2021. – 568 p.*

4. *Traffic, Driving Style and Road Surface Condition [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.kaggle.com/datasets/gloseto/traffic-driving-style-road-surface-condition. – Date of access: 08.08.2023.*
5. *Machine Learning in the Internet of Things: A Semantic-Enhanced Approach [Electronic resource] / M. Ruta [et al.] // Semantic Web. – 2018. – No. 10 (1). – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/326965774_Machine_learning_in_the_Internet_of Things_A_semantic-enhanced_approach. – Date of access: 01.08.2023.*
6. *GusevPortfolio/Comparison-of-SVM-and-LR-in-ML [Electronic resource]. – Mode of access: https://github.com/GusevPortfolio/Comparison-of-SVM-and-LR-in-ML. – Date of access: 07.08.2023.*
7. *Shmilovici, A. Support Vector Machines [Electronic resource] / A. Shmilovici. – Mode of access: https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-25465-x_12#citeas. – Date of access: 05.08.2023.*
8. *Goodfellow, I. Deep Learning [Electronic resource] / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Mode of access: https://www.deeplearningbook.org/. – Date of access: 08.08.2023.*
9. *Nagpal, A. L1 and L2 Regularization Methods, Explained [Electronic resource] / A. Nagpal. – Mode of access: https://builtin.com/data-science/l2-regularization. – Date of access: 08.08.2023.*
10. *Sklearn.impute.SimpleImputer [Electronic resource]. – Mode of access: https://scikitlearn.org/stable/modules/generated/sklearn.impute.SimpleImputer.html. – Date of access: 09.08.2023.*
11. *Sklearn.preprocessing.OrdinalEncoder [Electronic resource]. – Mode of access: https://scikitlearn.org/stable/modules/generated/sklearn.preprocessing.OrdinalEncoder.html. – Date of access: 06.08.2023.*
12. *Simonyan, K. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition [Electronic resource] / K. Simonyan, A. Zisserman // International Conference on Learning Representations: Collection of Articles, San Diego, 2015. – Mode of access: https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/publications/2015/Simonyan15/. – Date of access: 07.08.2023.*
13. *GusevPortfolio/Road-Sign-Recognition-model-ML [Electronic resource]. – Mode of access: https://github.com/GusevPortfolio/Road-Sign-Recognition-model-ML. – Date of access: 05.08.2023.*



УДК 624.016

Высотные обитаемые опоры взлётно-посадочного комплекса общепланетарного транспортного средства

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

М.В. Кубышкин[2]

А.Г. Кошелев[2]

Р.А. Малахов[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

**Индустриализация околоземного пространства – одна из ключевых задач человечества, инженерное решение которой важно найти в кратчайшие сроки.
Авторами статьи выполнены расчёты потенциальной потребности в людских ресурсах, необходимых для функционирования космической промышленности в ближайшей перспективе. Впервые представлено техническое обоснование расселения обслуживающего персонала данной индустрии в обитаемых опорах взлётно-посадочного комплекса (ВПК) общепланетарного транспортного средства (ОТС). Рассмотрено их функциональное наполнение, предложены объёмно-планировочные варианты, проведён инженерный анализ возможности строительства обитаемой опоры высотой до 3000 м.**

Ключевые слова:
взлётно-посадочный комплекс (ВПК), космическая промышленность, небоскрёб, обитаемая опора, общепланетарное транспортное средство (ОТС), Струнные технологии Юницкого (ЮСТ).

UDC 624.016

High-Altitude Inhabited Supports of the Takeoff and Landing Complex of the General Planetary Vehicle

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

M. Kubyshkin[2]

A. Koshelev[2]

R. Malakhau[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

Industrialization of near-Earth space is one of the key tasks of humanity, the engineering solution of which is important to find as soon as possible. The authors of the article made calculations of the potential need for human resources necessary for the space industry functioning in the near future. For the first time, a technical solution for resettlement of service personnel of this industry in the inhabited supports of the takeoff and landing complex (TLC) of the General Planetary Vehicle (GPV) has been presented. Their functional content was considered, space-planning options were proposed, and an engineering analysis of the possibility to construct the inhabited support with a height of up to 3,000 m was carried out.

Keywords:
General Planetary Vehicle (GPV), inhabited support, skyscraper, space industry, takeoff and landing complex (TLC), Unitsky String Technologies (uST).

Введение

Одним из первых решений человека, демонстрирующих его разумность, стал перенос очага за пределы своего дома – пещеры. Огонь в то время не только служил для обогрева, но и был прототипом производственной площадки. Возле костра человек реализовывал свои первые технологические решения: выделывал шкуры зверей, готовил пищу, создавал примитивные орудия труда и охоты. Естественно, дым, гарь и копоть скапливались внутри жилища. Порой не доживая и до 20 лет, человек умирал от рака лёгких [1]. С того момента, когда огнище разместилось рядом с пещерой – на природе, люди смогли дышать в своём доме чистым воздухом.

Сегодня идея перемещения производства в ближний космос кажется такой же очевидной, как и перенос огня предками за пределы собственного жилища много тысяч лет назад. Сейчас нашим общим домом стала земная биосфера, населённая миллионами видов живых существ, один из которых, причём отнюдь не самый главный для биосферы, – человек.

По мнению экспертов, наибольшую вероятность переноса в ближний космос имеют следующие отрасли промышленности: горнодобывающая, энергетика, металлургия, химическое производство, а также изготовление новых неметаллических материалов, фармацевтика, биоинженерия [2].

Несмотря на непрекращающийся прогресс в автоматизации, промышленное производство немыслимо без человека. В данной работе осуществлено исследование, позволяющее определить количество людей для организации космической индустрии, их мест жительства и перемещений для ведения активного образа жизни.

Укрупнённый расчёт потенциальной потребности в людских ресурсах для функционирования космической индустрии

Согласно данным Всемирного банка [3] количество населения, занятого в промышленности, остаётся довольно стабильным на протяжении последних 30 лет (рисунок 1) и находится в диапазоне 20,4–23,4 % от общего числа занятых в мировой экономике. В целях дальнейших расчётов примем долю населения, занятого в промышленности, – 23 %.

Доля занятых в мировой экономике от общего числа трудоспособного населения довольно стабильна на протяжении 15 лет и составляет 67 % [4]. В свою очередь, число трудоспособных людей находится на уровне 65 % от общего количества жителей планеты, этот показатель также не меняется в течение 15 лет [5]. Таким образом, перемножив вышеуказанные значения, получим долю занятых в промышленности от всего населения планеты:

$$0{,}23 \times 0{,}67 \times 0{,}65 = 0{,}1.$$

Исходя из данных укрупнённых расчётов, можно сделать вывод, что в мировой промышленности задействовано около 10 % всего населения планеты. Причём этот показатель остаётся стабильным на протяжении последних десятилетий, несмотря на всеобщую диджитализацию и автоматизацию производственных процессов.

Согласно данным ООН численность населения планеты в 2050 г. составит 9687 млн человек (таблица 1) [6], т. е. в мировой промышленности будет занято около 970 млн человек.

Представим, что к 2050 г. 5 % объёма мирового промышленного производства будет расположено в околоземном пространстве. В данном случае потенциальная потребность в персонале для полноценного функционирования космической индустрии составит около 50 млн человек.

Исторически люди селились в непосредственной близости от крупных предприятий, создавая такие сообщества, как моногорода. Следовательно, работники станут стремиться населить область, находящуюся недалеко от производства, – ближний космос (рисунок 2).

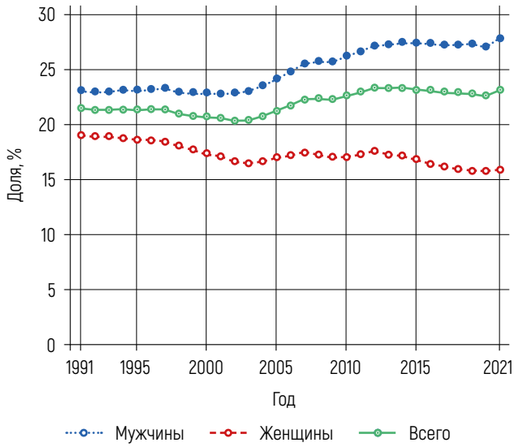


Рисунок 1 – Доля населения, занятого в промышленности, от общего числа занятых в мировой экономике [3]

Таблица 1 – Прогноз количества населения планеты, млн человек

Регион	Год		
	2022	2030	2050
Африка к югу от Сахары	1152	1401	2094
Северная Африка и Западная Азия	549	617	771
Центральная и Южная Азия	2075	2248	2575
Восточная и Юго-Восточная Азия	2342	2372	2317
Латинская Америка и Карибский бассейн	658	695	749
Австралия/Новая Зеландия	31	34	38
Океания	14	15	20
Европа и Северная Америка	1120	1129	1125
Наименее развитые страны	1112	1328	1914
Развивающиеся страны, не имеющие выхода к морю	557	664	947
Малые островные развивающиеся государства	74	79	87
Мир	7942	8512	9687

Однако существует серьёзная проблема: человеческий организм адаптирован только к условиям жизни на Земле. Мы эволюционно, в течение миллионов лет, приспособлены к стандартной силе земного притяжения, магнитному и электрическому полю нашей планеты, атмосфере, обогащённой фитонцидами цветущих растений, слабоминерализованной родниковой воде и продуктам питания, выращенным на земной живой и плодородной почве [1].

Решением этой проблемы станет использование опор экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства (ОТС) для проживания и работы, превращение их в аналог земных моногородов, которые хорошо знакомы в наше время. Обитаемые опоры открывают перспективы для экономического роста, технологических инноваций и создания комфортабельного жилого пространства. Тем не менее важно изучить сложности, с которыми моногорода сталкивались на протяжении своей истории существования, прежде чем приступить к реализации подобного подхода.

Рисунок 2 – ОТС и космическое индустриальное ожерелье «Орбита» – принципиально новый этап в развитии человеческой цивилизации

Градостроительные предпосылки размещения обитаемых опор взлётно-посадочного комплекса ОТС

Монопромышленные города, также известные как моногорода (рисунок 3), представляют собой сообщества, экономическое выживание которых в значительной степени зависит от одной отрасли. Хотя эти поселения часто процветают в успешные времена, они сталкиваются с серьёзными проблемами (таблица 2) [7], когда их ведущая промышленность приходит в упадок.

Рисунок 3 – Вид традиционного моногорода

Таблица 2 – Общие проблемы моногородов

Область возникновения проблемы	Описание проблемы
Экономика	Отсутствие альтернативных отраслей или источников дохода, что делает моногорода уязвимыми перед страновыми и общемировыми экономическими колебаниями и кризисами. Спад в градообразующей отрасли может иметь серьёзные последствия для всего города, вызывая высокий уровень безработицы и снижение доходов
Социальная и культурная сфера	Упадок в градообразующей отрасли приводит к оттоку и сокращению населения, утечке мозгов. Сокращение населения и ограниченные ресурсы являются причиной неэффективности работы местных коммунальных служб, систем образования и здравоохранения, а также замедления развития инфраструктуры. Упадок первичной промышленности может подорвать чувство идентичности и предназначения сообщества, влияя на благополучие жителей

Так, один из символов американской промышленной мощи и инноваций г. Детройт (рисунок 4) за последние несколько десятилетий пережил значительный регресс. На это повлияло множество факторов:

- утрата обрабатывающей промышленности. Произошёл крах автомобильной индустрии, которая являлась основой экономики города. Кризис крупных автопроизводителей, закрытие заводов и аутсорсинг привели к массовым потерям рабочих мест и снижению налоговых поступлений;
- городской упадок и заброшенная недвижимость. Наблюдался рост количества заброшенных зданий и собственности по всему городу. Это привело к снижению стоимости имущества, ограниченным инвестициям и сокращению населения;
- высокий уровень преступности. Город долгое время отличался неблагополучной криминогенной обстановкой, что имело далеко идущие последствия. Восприятие опасной окружающей среды удерживает предприятия от инвестиций, а жителей от пребывания. Как следствие, сокращается население города;
- расовое и социально-экономическое неравенство. Подобная дискриминация повлияла на образование, возможности трудоустройства и общее качество жизни, что воспрепятствовало способности города восстанавливаться и привлекать новые инвестиции;
- неэффективное финансовое управление. Кризис г. Детройта десятилетиями усугублялся из-за нерациональных управленческих решений, коррупции и политической нестабильности. В 2013 г. город объявил о банкротстве;
- неэффективное руководство. Отсутствие сплочённой административной команды и чёткого видения возрождения препятствовало восстановлению г. Детройта. Проблемы управления городом затянули его деградацию и усложнили реализацию своевременных решений.

Рисунок 4 – Вид г. Детройта, США

Экономические проблемы, социальное и демографическое неравенство, правительственные трудности также сыграли свою роль в упадке г. Детройта. Хотя были предприняты усилия по возрождению этого моногорода, решение перечисленных проблем имеет ключевое значение для его долгосрочного восстановления. Понимая и преодолевая их, можно проектировать динамичные и процветающие города [8].

Для полноценного функционирования космической промышленности расселение персонала в обитаемых опорах решает ряд кризисных моментов, характерных для моногородов. Во-первых, транспортно-инфраструктурная эффективность ОТС, экваториального линейного города (ЭЛГ) и космического индустриального ожерелья «Орбита» обеспечит быстрое распределение ресурсов – сырьевых, энергетических, продуктовых, людских – между производствами, находящимися на орбите и на Земле. Во-вторых, руководство такими поселениями, основанное на принципах автономного самоуправления, будет способствовать их устойчивому функционированию и развитию, свободному от политических и экономических событий на планете. В-третьих, равный уровень комфортной жизни и унификация условий обитания в размещённых по длине экватора опорах-зданиях (моногородах) дают возможность исключить массовую миграцию между ними.

При реализации геокосмического комплекса ОТС требуется в первую очередь рассчитать необходимое количество таких жилых и/или производственных опор и установить места их расположения.

Так как форма Земли не является строго шарообразной, а представляет собой геоид, Международным астрономическим союзом (IAU) и Международным союзом геодезических и геофизических наук (IUGG) принято условное определение экватора в виде окружности, радиус которой соответствует стандартизированному радиусу Земли (рисунок 5). Согласно геофизическому стандарту WGS-84 радиус равен 6 378 137 м, а стандарту IAU-2009 – 6 378 136,6 м. Оба значения приводят к длине экватора – 40 076 км [9].

В соответствии с [10] протяжённость дистанции по суше (включая острова) – 8944 км (в том числе 3596 км – джунгли); длина по океанам – 31 438 км, что в сумме равно 40 382 км. Следует отметить, что расстояние по суше указано с учётом рельефа. Если считать по радиусу Земли, то протяжённость суши в проекции на окружность экватора равна 8637 км.

Таким образом, пригодными для возведения обитаемых опор на суше следует рассматривать участки протяжённостью всего 8637 км. Поскольку опоры эстакады ОТС будут размещаться с шагом до 400 м, их количество на земле составит примерно 21 600 шт. Для дальнейших расчётов принимаем число сухопутных опор именно таким.

Представим опору максимальной высоты в районе пересечения взлётно-посадочным комплексом (ВПК) ОТС субэкваториальных Анд, достигающих 5000–6000 м над уровнем моря. Учитывая рельеф местности, высота обитаемых опор в этом районе может доходить до 3000 м (рисунок 6).

Рисунок 5 – Схема земного шара

Рисунок 6 – Вид на эстакаду ОТС с обитаемыми опорами наибольшей высоты в предгорьях (вариант, визуализация)

Покорение новых высот – экваториальная обитаемая опора высотой 3000 м

Мир архитектуры всегда был одержим покорением новых высот, раздвигая границы проектирования и дизайна. Рассмотрим конструкцию 3000-метрового небоскрёба, расположенного на экваторе и сочетающего в себе инновации и экологичность. При такой высоте обитаемая опора выйдет за рамки простого здания, она превратится в вертикальный город (рисунок 7).

Рисунок 7 – Обитаемая опора (вариант, визуализация)

В его структуре предполагаются жилые помещения, коммерческие площади, зоны для отдыха и развлечений, социальные объекты, а также зелёные насаждения, что оптимизирует использование пространства и способствует созданию комфортной атмосферы сообщества.

Транспортировка людей и грузов внутри каркаса опоры будет осуществляться сетью высокоскоростных лифтов, созданных по Струнной технологии Юницкого (ЮСТ). Приоритет отдаётся простоте передвижения и близости к местам притяжения.

Главное назначение обитаемой опоры ВПК ОТС, как и любой опоры транспортной эстакады, – воспринимать нагрузки от вышележащих конструкций и передавать их на основание. Однако у опор эстакады ОТС возникает и дополнительная, не менее важная функция – обеспечение пространства для обитания людей.

Размещение опор на всём протяжении экватора предполагает освоение территорий с различными природно-климатическими условиями и неравным уровнем социально-экономического развития. Следовательно, некоторые опоры могут возводиться в отдалённых и малоосвоенных районах, что в обычном представлении потребовало бы развития инфраструктуры. В нашем случае все обитаемые опоры поверху объединены поясом ВПК ОТС и рельсо-струнной транспортно-инфраструктурной сетью uNet, что позволяет не проводить особую инфраструктурную подготовку на поверхности земли. Можно рассматривать концепцию эксплуатации обитаемой опоры «сверху вниз», устраняя необходимость в автомобильных и железных дорогах, электростанциях, жилых и производственных помещениях и инженерной инфраструктуре, сводя к минимуму воздействие на окружающую среду в месте строительства опоры ВПК ОТС.

Для каждой опоры запланировано два уровня транспортного сообщения:

• свободное передвижение жителей и грузов за пределами опоры с использованием трёх видов транспорта (рисунок 8): на дальние расстояния – высокоскоростного (скорость до 600 км/ч); для ближнего проезда – городского (скорость до 200 км/ч); для путешествий за пределы Земли – планетарного (за 2 ч на орбиту со скоростью до 28 000 км/ч (7,9 км/с));

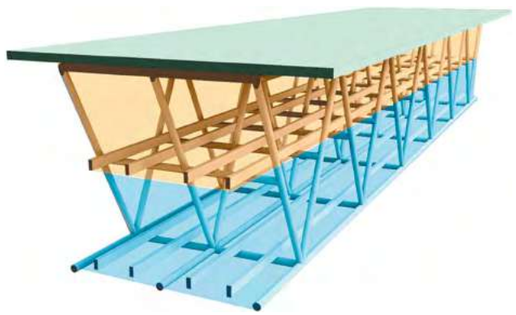


Рисунок 8 – Распределение транспортных комплексов (ТК) на рельсо-струнной эстакаде ОТС ферменного типа

• вертикальное перемещение в пределах опоры по лестницам и скоростным вертикальным лифтам ЮСТ.

Для обеспечения ровной поверхности взлётно-посадочной полосы ОТС возникает необходимость возводить опоры на местности со сложным рельефом. Следовательно, они будут иметь разную высоту и функциональность. Несмотря на эти вариации, принципы работы жилых опор остаются схожими, напоминая развитие традиционных поселений:

• чёткое функциональное разделение опоры на жилые зоны, инженерные блоки, социальные объекты, зоны отдыха и производственно-технические зоны;

• максимально короткие транспортные связи между функциональными зонами;

• самоорганизация в пределах каждой обитаемой опоры как основа системы управления всего комплекса ОТС.

Объёмно-планировочные решения обитаемой опоры

Общий объём обитаемой опоры высотой 1–3 км представляет собой усечённый конус с диаметром основания 120–360 м и диаметром вершины 30–150 м (рисунок 9).

В состав жилой опоры входит станция ОТС, выполняющая также функции узла высокоскоростного и городского транспорта в сети uNet (рисунок 10). Она сочетает в себе различные функции, такие как посадка (высадка) пассажиров, обработка грузов, пересадка и связь между транспортными системами. Станция расположена на верхнем уровне опорной конструкции и спроектирована как самостоятельный блок с вертикальными и горизонтальными связями. Для каждого направления транспорта предусмотрены безопасные платформы, а также помещения для погрузки, разгрузки, санитарии, ожидания и других услуг.

Средняя часть опоры состоит из чередующихся блоков этажей и проветриваемых пространств (рисунок 11). Этажи различаются по размеру в зависимости от их высоты. Блоки ограничены максимум пятью этажами. Верхний уровень каждого блока отведён озеленению, включая газоны, огороды и фруктовые деревья (рисунок 12). На площадях этажей находятся жилые, общественные, социальные и технические помещения. Вентилируемые пространства расположены между блоками для обеспечения свободного проветривания и уменьшения парусности всей опоры.

Основание башни (рисунок 13) состоит из отдельных высотных зданий, построенных рядом с несущими колоннами и объединённых в блок.

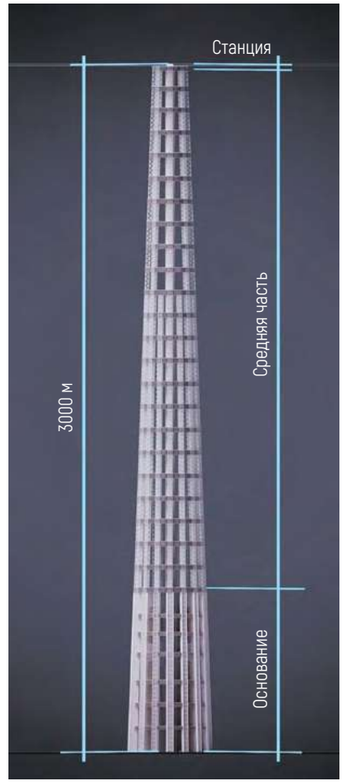


Рисунок 9 – Вертикальное зонирование обитаемой опоры (вариант)

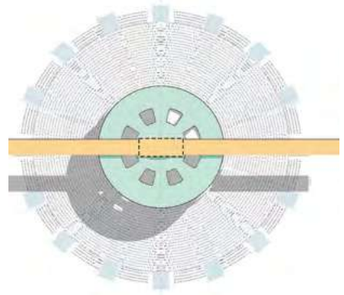
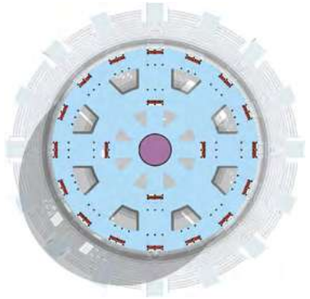


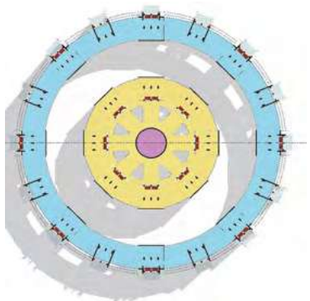
Рисунок 10 – Схема размещения станции ОТС на вершине обитаемой опоры (вариант)



Центральное ядро
Пространство среднего уровня

Рисунок 11 – Схема типового этажа средней части обитаемой опоры (вариант)

Рисунок 12 – Схема озеленения кровли ярусов средней части обитаемой опоры (вариант)



Центральное ядро
Пространство внутреннего кольца, примыкающего к ядру
Пространство внешнего кольца

Рисунок 13 – Схема типового этажа основания обитаемой опоры (вариант)

Технические показатели обитаемой опоры

Для расчёта технических параметров обитаемой опоры используем показатели общей площади и ёмкости заселения опоры.

Общая площадь опоры рассчитана как сумма площадей всех этажей и составляет для самой широкой и самой высокой опоры около 7,3 млн м^2. Для сравнения применены данные по жилому фонду г. Минска за 2017 г. Так, по информации Главного статистического управления г. Минска [11], общая площадь жилого фонда белорусской столицы – 44,9 млн м^2 (обеспеченность населения – 22,7 м^2 на одного жителя).

Однако нужно учесть, что обитаемая опора будет иметь не только зоны жилого назначения, но и технические, вспомогательные, общественные и производственные. На долю жилых помещений предполагается отвести 3/5 общей площади. Таким образом, жилой фонд будет насчитывать порядка 4,4 млн м^2.

Исходя из уровня обеспеченности жильём 40 м^2 на одного жителя, население обитаемой опоры таких размеров составит около 110 000 человек. При этом планируется проживание не только людей, занятых в функционировании космической промышленности, но и членов их семей, персонала, оказывающего услуги жизнеобеспечения опоры и ВПК ОТС. Для целей настоящей работы принят коэффициент 0,4 для расчёта количества населения опоры.

Так, примерно 40 000 человек из общего числа жителей такого моногорода будут заняты в космической промышленности. Учитывая вместимость каждой опоры, можно определить потребность в подобных зданиях. Согласно выполненному ранее расчёту космическая промышленность будет нуждаться в 50 млн работников. Значит, предполагаемое количество обитаемых опор составляет приблизительно 1000 единиц. Поскольку их средняя высота на порядок ниже (около 300 м), то понадобится примерно 10 000 обитаемых опор. Вместе с тем общее количество опор, необходимых для поддержания экваториальной эстакады ОТС, равняется 21 600 единицам. Таким образом, почти половину всех сухопутных опор можно сделать обитаемыми для обеспечения космического производства работниками.

Принимая во внимание длину сухопутного участка экваториальной эстакады ОТС в 8637 км [10], среднее расстояние между обитаемыми опорами составит порядка 1 км, которое городской транспорт ЮСТ преодолеет всего за 1 мин. Дополнительные опоры взлётно-посадочной полосы ОТС могут быть спроектированы в упрощённой форме – в виде основного несущего ядра. Впоследствии, при росте потребностей, вокруг него планируется построить этажи и превратить опору в обитаемую, тем самым увеличивая количество населения, проживающего в опорах-моногородах ЭЛГ.

Конструктивные решения обитаемой опоры

Реализация обитаемой опоры ВПК ОТС является сложной инженерной задачей. Учитывая высоту строения (до 3000 м), оно будет самым высоким в мире. Каждое подобное сооружение уникально, и трудоёмкость разработки возрастает пропорционально высоте. Например, в проектировании здания Commerzbank (300 м, Германия) принимали участие свыше 400 исследовательских групп [12].

Любая высотная конструкция подвержена воздействию ветра, из-за чего она может легко отклоняться на несколько метров в разном направлении, как раскачивающееся дерево, без ущерба для структурной целостности (рисунок 14). Однако такие деформации создают ряд проблем. Одна из них связана с комфортом пребывания людей в верхней части сооружения. Излишние перемещения опоры ВПК ОТС опасны также для посадки геокосмического летательного аппарата на платформу. Поскольку ОТС имеет линейную форму (тонкое кольцо длиной около 40 000 км), то значительное смещение опоры вместе с взлётно-посадочной полосой затруднит его приземление.

Исходя из физиологических требований и комфорта нахождения людей на высоте, горизонтальное ускорение на верхних этажах ограничивается величиной 0,08 м/с^2 [13]. Данный параметр достигается путём оптимального подбора гибкости и жёсткости сооружения. Определить баланс между этими показателями – ещё одна сложность в разработке конструкций сверхвысотных строений.

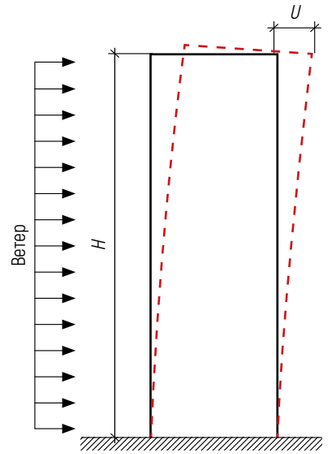


Рисунок 14 – Схема деформации высотного сооружения от ветровой нагрузки

В погоне за архитектурными изысками многие небоскрёбы выполняются в виде спирали (Turning Torso, Швеция, г. Мальмё), гиперболоида (Tabung Haji, Малайзия, г. Куала-Лумпур), арки (Dusit Dubai, ОАЭ, г. Дубай), квадрата (Taipei 101, Тайвань, г. Тайбэй), диагонали (Capital Gate, ОАЭ, г. Абу-Даби), полосы (Kingdom, Китай, г. Шанхай) (рисунок 15).

Рисунок 15 – Архитектурное разнообразие форм небоскрёбов

Данные архитектурные решения являются не самыми приемлемыми с точки зрения сопротивления ветру, так как здания обладают не лучшими аэродинамическими качествами, из-за чего необходимо развивать сечения несущих конструкций. Небоскрёбы линейного города высотой 300 м спроектированы в виде цилиндров – более оптимальной формы с точки зрения аэродинамики (рисунок 16).

Обитаемую опору экваториальной эстакады ОТС планируется выполнить в виде усечённого конуса. Аэродинамические нагрузки и распределение веса конструкций здания по вертикали требуют сохранения конфигурации по всей его высоте. Ветровое влияние при такой форме строения снижается до минимально возможных значений (рисунок 17). Таким образом, с точки зрения аэродинамики усечённый конус – самая оптимальная форма для опоры ВПК ОТС высотой до 3000 м. Отсутствие выступов позволяет воздуху обтекать объём, не создавая завихрений, появляющихся на углах прямоугольных в плане построек. По высоте опора имеет много сквозных проёмов, по которым потокам ветра легче обтекать объём сооружения; значит, уменьшается площадь давления ветровой нагрузки.

Кроме того, горизонтальные перемещения зданий, как правило, ограничиваются величиной $h/500$–$h/600$ [13] (h – высота). К примеру, для строения высотой 500 м максимальное допустимое перемещение составит 1 м (таблица 3).

Особенностью самой высокой обитаемой опоры считается то, что, несмотря на её высоту (3000 м), горизонтальные перемещения не превысят 4,6 м (1/652), что может гарантировать комфорт проживания людей на верхних этажах (рисунок 18). Достигается это благодаря рациональной форме. Большим достоинством является также то, что каждая высотная опора раскреплена в верхней части предварительно напряжёнными (растянутыми) рельсострунными путевыми структурами ЮСТ, входящими в экваториальную транспортно-инфраструктурную сеть uNet с продольными и поперечными струнными коммуникациями.

Рисунок 16 – Небоскрёбы линейного города (визуализация) [14]

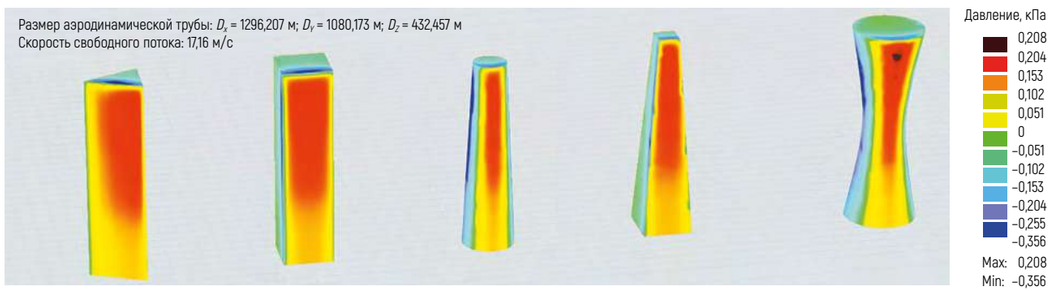


Рисунок 17 – Результаты моделирования обдувки в аэродинамической трубе призмы, параллелепипеда, конуса, пирамиды и гиперболоида

Таблица 3 – Максимальные горизонтальные перемещения верхних этажей наиболее высоких сооружений мира

Сооружение	Высота, м	Горизонтальное перемещение, м	Относительное перемещение	Источник
Merdeka 118, Малайзия, г. Куала-Лумпур	678	1,2	1/456	[15]
Останкинская телебашня, Россия, г. Москва	540	6	1/90	[16]
Burj Khalifa, ОАЭ, г. Дубай	829	1,5	1/550	[17]
432 Park Avenue, США, г. Нью-Йорк	426	1,5	1/284	[17]
Empire State Building, США, г. Нью-Йорк	381	0,7	1/540	[17]
Опора ВПК ОТС	3000	4,6	1/652	–

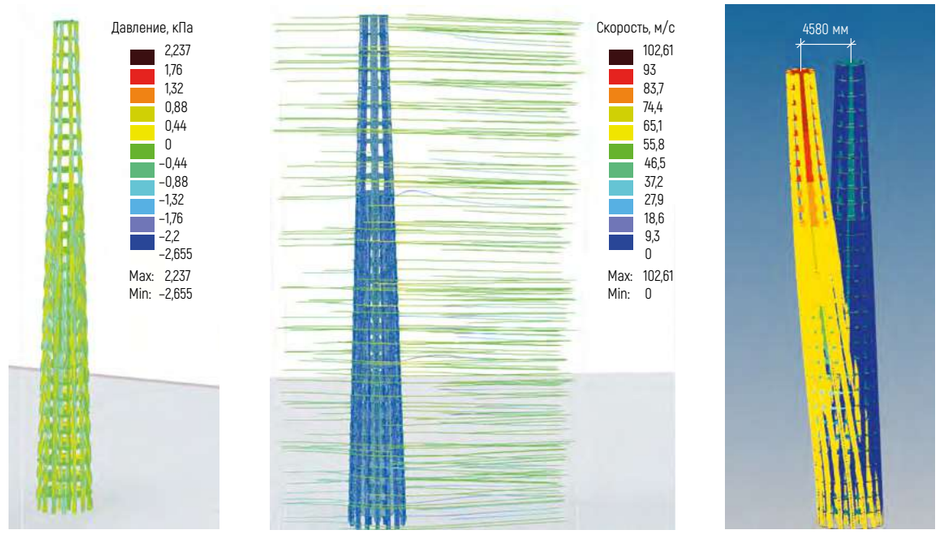


Рисунок 18 – Моделирование обдувки в аэродинамической трубе обитаемой опоры ВПК ОТС: горизонтальные отклонения

В итоге сооружение в одном из направлений работает не как консольный стержень, а как раскреплённая вдоль взлётно-посадочной полосы ОТС стойка, жёстко соединённая с основанием.

Чем выше сооружение, тем сильнее влияние ветровой нагрузки, которая кроме больших перемещений вызывает значительные усилия в несущих конструкциях. Строительство зданий в виде неразвитого тонкого стержня (например, 432 Park Avenue, США, г. Нью-Йорк (рисунок 19)) также не является оптимальным решением с точки зрения работы конструкции.

Рисунок 19 – Здание 432 Park Avenue, США, г. Нью-Йорк

От ветра происходит раскачивание здания, при этом в плоскости действия ветра конструкции испытывают растяжение, а с противоположной стороны – сжатие. Известно, что изгибающий момент в основании защемлённого стержня раскладывается на пару сил и чем больше плечо, тем меньше будет значение пары сил, следовательно, тем меньшими окажутся сечения несущих конструкций (рисунок 20). Конфигурация обитаемой опоры ВПК ОТС спроектирована согласно простейшим принципам: нижняя часть опоры более развита в плане и сужается к верхней части.

В таблице 4 приведены данные об изгибающих (опрокидывающих) моментах в основании некоторых небоскрёбов и обитаемой опоры ВПК ОТС.

Если необходимость восприятия ветровых нагрузок требует повышения жёсткости, то сейсмические воздействия, напротив, диктуют повышение гибкости сооружения, чтобы колебания гасились конструкцией без её разрушения.

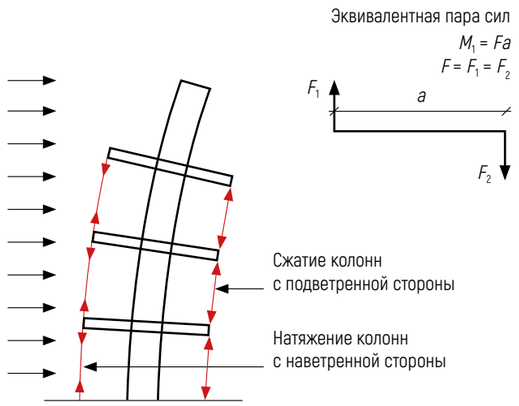


Рисунок 20 – Схема определения эквивалентной пары сил

Оптимальное отношение высоты к ширине 1:8 – 1:10. Большие значения приводят к недопустимым колебаниям верха здания и обязательному использованию демпфирующих элементов. Ширина опоры ВПК ОТС высотой 3000 м в одном из вариантов исполнения в нижней части составляет 360 м, в верхней части – 150 м. Современная конструкция надёжной сверхвысокой опоры ВПК ОТС включает: наружные пространственные фермы (башни), ядро жёсткости, горизонтальные жёсткие диски (аутригеры) (рисунок 21).

Конструкцией предусмотрено предварительное натяжение высокопрочных канатов с внутренней грани железобетонного ядра жёсткости, что позволило существенно повысить жёсткость опоры и увеличить частоту собственных колебаний. В одном из вариантов исполнения внутри ядра размещается 800 канатов диаметром 50 мм; общее натяжение составляет 64 000 тонн. Данный принцип применялся, в частности, при строительстве Останкинской башни в г. Москве (рисунок 22): благодаря преднапряжению ствола уменьшено горизонтальное отклонение здания с 12 м до 6 м [16].

Для понимания влияния преднапряжения ядра приведём пример с деревянными катушками, которые, как бусинки, нанизаны на прочный шнур (рисунок 23). Сверху шнур закреплён узлом для исключения проскакивания через катушку. При натяжении шнура катушки выстраиваются в вертикальное положение. После этого нижнюю катушку можно как угодно наклонять, но все катушки будут сохранять форму башни неизменной. Объяснение данного эффекта следующее: поворот одной катушки относительно соседней приводит к удлинению шнура. Подобная деформация требует совершения работы. Такая работа увеличивает потенциальную энергию шнура. Однако, как известно, всякая механическая система стремится к состоянию, которое соответствует минимуму её потенциальной энергии.

Таблица 4 – Опрокидывающий момент в основании фундамента опоры ВПК ОТС и иных небоскрёбов [15, 18]

Характеристика \ Сооружение	Shanghai World Financial Center	Lotte World Tower	CTF Finance Centre	Merdeka 118	Burj Khalifa	Опора эстакады ОТС
Локация	Китай, г. Шанхай	Южная Корея, г. Сеул	Китай, г. Гуанчжоу	Малайзия, г. Куала-Лумпур	ОАЭ, г. Дубай	Экватор
Высота, м	492	55	530	535	828	3000
Базовая скорость ветра, м/с	45	43	43	35	45	23
Опрокидывающий момент от ветра в основании фундамента, МН · м	25 000	21 000	37 000	34 000	22 000	54 000

Рисунок 21 – Несущие конструкции сверхвысокой обитаемой опоры ВПК ОТС

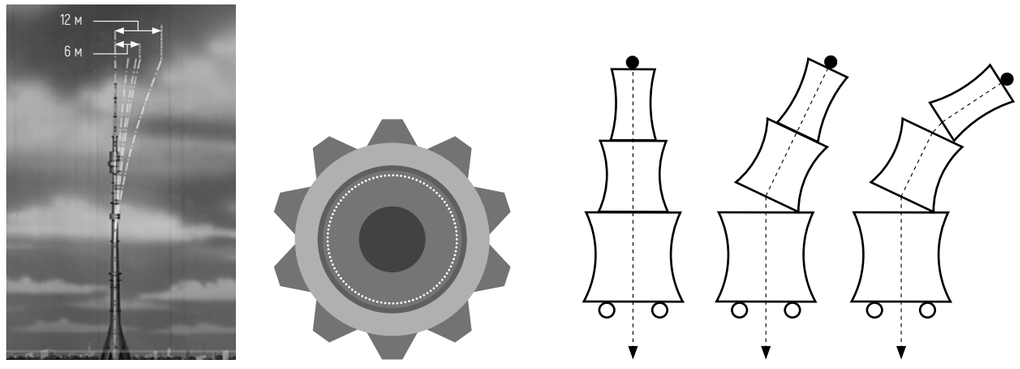


Рисунок 22 – Останкинская башня:
а – схема перемещений; б – преднапряжение ствола канатами [16]

Рисунок 23 – Работа натяжения шнура
на примере с катушками [19]

Придание сверхвысокой опоре дополнительной жёсткости защищает её и от землетрясений. Поскольку здание движется в соответствии с горизонтальными колебаниями земной коры, каркас не перекручивается и не натягивается.

Каждые 100 м по высоте опоры выполняется аутригерный этаж высотой 12 м (на три этажа здания). Он представляет собой металлические конструкции, играющие роль горизонтального жёсткого диска (горизонтальные фермы). Подобные элементы являются для небоскрёба своеобразными кольцами жёсткости, которые держат форму здания в горизонтальной плоскости (рисунок 24).

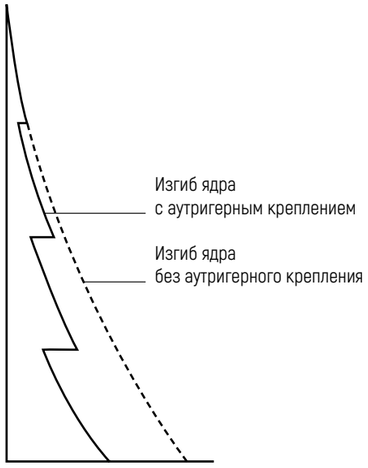


Рисунок 24 – Эпюра моментов ядра жёсткости
с аутригерами от ветрового воздействия

Аутригерные этажи помогают распределять нагрузку между ядром и колоннами наружной пространственной фермы. В случае одномоментного деструктивного воздействия (например, удар самолёта) последствия должны быть сведены к минимуму. На практике это означает: даже если в опорах эстакады ОТС будет разрушена часть периметральных колонн, аутригеры распределят нагрузку на оставшиеся элементы устойчивости.

Аутригерные системы могут быть горизонтальными, диагональными, двухэтажными или без опоясывающих ферм или вертикальных связей. Конструкция для каждого высотного здания уникальна, а в зависимости от расположения по высоте может быть разной в пределах одного объекта (рисунок 25).

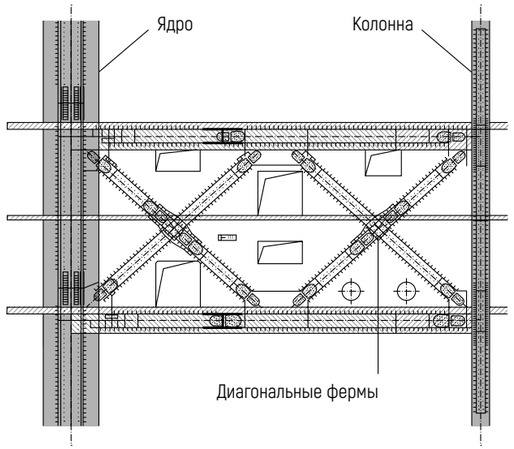


Рисунок 25 – Внутреннее устройство
горизонтального композитного аутригера
общественно-делового комплекса «Лахта Центр»,
Россия, г. Санкт-Петербург.
Высота фермы – два этажа (8,4 м) [20]

Конструктивно горизонтальные жёсткие диски выполняют несколько функций сразу: увеличение изгибной жёсткости здания и устойчивости к ветровым нагрузкам, а также противодействие прогрессирующему обрушению.

Использование логичных принципов проектирования и мирового опыта строительства высотных сооружений позволяет создать обитаемую опору ВПК ОТС, соблюдая все требования надёжности и эксплуатационной пригодности.

Заключение

Реализация глобальной геокосмической программы uSpace не только требует строительства ОТС и его экваториальной эстакады, но также предполагает расселение людей в непосредственной близости к местам приложения труда, а именно – к космической промышленности.

Авторами представлено инновационное решение – обитаемые опоры эстакады ОТС, выполненные в форме усечённого конуса, что является оптимальным для сооружений такой высоты (до 3000 м). Обеспечение жизнедеятельности вблизи места работы позволит сократить время, затрачиваемое сотрудниками на дорогу «работа – дом», и даст возможность трудиться в ближнем космосе, а жить на Земле.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Исторические предпосылки программы SpaceWay как единственного пути устойчивого развития цивилизации технократического типа / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 23–29.*
2. *Бабаян, А.В. Индустриализация космоса – новая эра человеческого развития и необходимый шаг для спасения биосферы Земли (экономическое обоснование) / А.В. Бабаян // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 103–109.*
3. *Employment by Sector [Electronic resource]. – Mode of access: https://genderdata.worldbank.org/indicators/sl-empl-zs/?employment=Industry&view=trend/. – Date of access: 27.07.2023.*
4. *Employment Rate [Electronic resource]. – Mode of access: https://data.oecd.org/emp/employment-rate.htm. – Date of access: 27.07.2023.*
5. *Working Age Population [Electronic resource]. – Mode of access: https://data.oecd.org/pop/working-age-population.htm. – Date of access: 27.07.2023.*
6. *World Population Prospects 2022: Summary of Results / Department of Economic and Social Affairs, Population Division. – New York: United Nations, 2022. – 48 p.*
7. *Моногород [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ru.wikipedia.org/wiki/Моногород. – Дата доступа: 30.07.2023.*
8. *Что убило Детройт и почему все вдруг заговорили об урбанистике? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://science.theoryandpractice.ru/posts/2593-chto-ubilo-detroyt-i-pochemu-vse-vdrug-zagovorili-ob-urbanistike. – Дата доступа: 02.08.2023.*
9. *Экватор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ru.wikipedia.org/wiki/Экватор. – Дата доступа: 30.07.2023.*
10. *Юницкий, А.Э. Экваториальный линейный город: особенности строительства / А.Э. Юницкий, М.М. Давыдик // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 101–115.*
11. *Жилищный фонд г. Минска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.minsk-city.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/sotsialnaya-sfera/zhilischnye-usloviya/godovye-dannye_4/p1/index.php?sphrase_id=1974267. – Дата доступа: 02.08.2023.*
12. *Руденко, А.А. Инновационные технологии возведения высотных зданий: электрон. учеб.-метод. пособие / А.А. Руденко, Е.А. Ушакова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2020. – 106 с.*
13. *Высотные здания: СН 3.02.08-2020. – Минск: БелГИСС, 2021. – 66 с.*
14. *Юницкий, А.Э. Инженер Мира: автобиография / Анатолий Юницкий. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – 496 с.*
15. *Ahmad Abdelrazaq – Constructing Merdeka 118: World's Second-Tallest Building [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=a_q-1RUU1rw. – Дата доступа: 22.06.2023.*
16. *Возведение телевизионной башни в Останкино, 1969 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=tTQ74kkb7Q4. – Дата доступа: 22.06.2023.*
17. *Держитесь крепче: как шатаются башни и небоскрёбы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ria.ru/20170413/408518830.html. – Дата доступа: 22.06.2023.*
18. *Poulos, H.G. Tall Building Foundations: Design Methods and Applications [Electronic resource] / H.G. Poulos. – Mode of access: https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-016-0010-2. – Date of access: 26.06.2023.*
19. *Дворянинов, С.В. Останкинская телебашня и… велосипедный тормоз / С.В. Дворянинов // Потенциал. – 2017. – № 11. – С. 37–39.*
20. *Может ли небоскрёб сдуть ветром? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/lakhtacenter/articles/399809/. – Дата доступа: 30.06.2023.*

УДК 656.34:533

Гиперскоростной тоннель экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

А.А. Щербич[2]

И.И. Дьяков[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Рассмотрено влияние газовой среды на аэродинамические характеристики гиперскоростного транспортного средства, передвигающегося в конструкции тоннельного типа. Сформирована и верифицирована методика аэродинамических расчётов, определён критерий выбора соотношения габаритов подвижного состава и внутреннего диаметра форвакуумного тоннеля как составного элемента экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства (ОТС). Разработана методика расчёта максимально возможной скорости транспорта без запирания потока газовой среды в зависимости от молекулярного состава газа и отношения площади поперечного сечения (миделя) юнимобиля к проходной площади внутреннего сечения тоннеля. Предложены оптимальный состав газовой среды и предпочтительная крейсерская скорость транспортного средства. Обоснован выбор значения компоновочного диаметра фюзеляжа, оптимизированы величины внутренних диаметров форвакуумного тоннеля, оказывающих влияние на материалоёмкость и габаритные размеры экваториальной эстакады ОТС. Проведён сравнительный анализ энергетических затрат гиперскоростного юнимобиля и магистральной авиации, представлены экономические, социальные и экологические преимущества транспорта тоннельного типа.

Ключевые слова:
аэродинамика, газовая среда, гиперскоростное транспортное средство, запирание потока, общепланетарное транспортное средство (ОТС), форвакуумный тоннель, экваториальная эстакада.

UDC 656.34:533

Hypervelocity Tunnel of the General Planetary Vehicle Equatorial Overpass

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

A. Shcherbich[2]

I. Dzyakau[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

The influence of the gas medium on the aerodynamic characteristics of a hypervelocity vehicle moving in a tunnel-type structure is considered. A methodology for aerodynamic calculations has been formed and verified, and a criterion for choosing the ratio of the dimensions of the rolling stock and the internal diameter of the forevacuum tunnel as a component of the equatorial overpass of the General Planetary Vehicle (GPV) has been determined. A method has been developed for calculating the maximum possible speed of transport without blocking the flow of the gas medium, depending on the molecular composition of the gas and the ratio of the cross-sectional area (midsection) of the uPod to the passage area of the tunnel's internal section. The optimal composition of the gas medium and the preferred cruising speed of the vehicle are proposed. The choice of the fuselage's layout diameter value is justified, the values of the forevacuum tunnel's internal diameters, which influence the material consumption and overall dimensions of the GPV equatorial overpass, are optimized. A comparative analysis of the energy costs of a hypervelocity uPod and long-haul aviation was carried out, and the economic, social and environmental advantages of tunnel-type transport were presented.

Keywords:
aerodynamics, equatorial overpass, blocking the flow, forevacuum tunnel, gas medium, General Planetary Vehicle (GPV), hypervelocity vehicle.

Введение

В основу концепции гиперскоростных транспортных систем заложены критерии, обеспечивающие повышение скорости перевозок и соблюдение показателей эффективности и безопасности. Эффективным будет считаться транспортный комплекс с минимальными затратами на проектирование, строительство и эксплуатацию. Ввиду движения со скоростями, сравнимыми с авиационными либо превышающими их, рабочая среда тоннеля способна оказать большое влияние на снижение строительных и эксплуатационных расходов.

С развитием технологий и ростом мировой экономики возникает потребность человечества в увеличении интенсивности и скорости пассажиро- и грузоперевозок. Сегодня транспортная инфраструктура находится на пределе своих проектных возможностей [1], уже случаются ситуации, парализующие стратегические транспортные потоки [2]. Каждое происшествие нарушает логистические цепочки, в результате чего пассажиры опаздывают на стыковочные рейсы, а грузы не доставляются вовремя. Срыв сроков поставок ведёт к серьёзным финансовым потерям, нередко значительно превышающим непосредственные затраты на саму доставку.

Согласно [3] нельзя бесконечно поднимать производительность эксплуатируемых транспортных систем. Многие из них уже работают на пике своих возможностей. Повысить мобильность в целом могло бы увеличение скорости перемещения пассажиров и грузов. Часто это неосуществимо по целому комплексу причин, среди которых безопасность, проектные решения инфраструктуры и подвижного состава. Именно поэтому мировой бизнес находится в поиске не только новых логистических путей, но и принципиально новых способов перемещения для гарантированно быстрой, бесперебойной и безопасной транспортировки.

Одним из наиболее вероятных решений описанных проблем будет строительство гиперскоростных транспортных систем [4]. На сегодняшний день они являются перспективным способом перевозки, гарантирующим высокую скорость и экономичность перемещения [5]. Для достижения финансовой целесообразности создания подобных систем требуется применение комплекса специальных решений, позволяющих оптимизировать параметры и условия движения, строительства и обеспечить поддержание бесперебойного функционирования. Однако есть объекты, в состав которых гиперскоростные транспортные линии должны входить в обязательном порядке. Один из них – экваториальная эстакада ОТС. Располагаясь вдоль экватора, имеющего длину 40 076 км, гиперскоростная трасса даст возможность построить экваториальный линейный город, связать между собой страны и континенты, наладить надёжный и быстрый грузовой и пассажирский поток, необходимый для бесперебойной работы ОТС с целью индустриального освоения ближнего космоса.

Перемещение подвижного состава с околозвуковыми скоростями сопряжено с расходом огромного количества энергии. Исследователи [6] сходятся во мнении, что для экономической целесообразности транспорт должен двигаться в разрежённом воздухе, поскольку энергия, требуемая на преодоление аэродинамического сопротивления, снижается пропорционально росту разрежённости среды внутри форвакуумного тоннеля.

При всей кажущейся рациональности перемещения в тоннеле существует и весомый недостаток такой технологии. С увеличением скорости подвижного состава в зоне между фюзеляжем и внутренней стенкой тоннеля повышается скорость газовой среды из-за создавшегося сужения проходного сечения тоннеля. Когда в данном сечении скорость потока среды достигает скорости Маха, возникают силы, препятствующие дальнейшему росту скорости прохождения потока, т. е. наблюдается эффект поршня [7]. Это приводит к значительному увеличению давления в носовой части фюзеляжа и, следовательно, к повышению энергозатрат, необходимых для достижения и поддержания нужной высокой скорости.

С точки зрения финансовой составляющей проектирования и строительства транспортной инфраструктуры форвакуумный тоннель должен быть как можно меньшего диаметра, т. е. зазор между фюзеляжем и внутренней стенкой тоннеля должен быть минимальным. Однако в этом случае энергопотребление на преодоление аэродинамического сопротивления даже в разрежённой среде существенно возрастёт и достигнет значений, при которых целесообразность строительства форвакуумной инфраструктуры нивелируется.

Для разрешения данного противоречия рассматриваются идеи, связанные с принудительным отводом уплотнённой среды, в том числе с помощью специальных турбин [8]. Следует отметить, что такой подход не является оптимальным, поскольку предполагает дополнительное высокое энергопотребление. Кроме того, увеличивается сложность транспортных средств, уменьшается их компоновочный объём и возрастает уровень шума в пассажирском салоне.

Цель настоящего исследования – обоснование принципиально нового подхода, решающего существующие противоречия концепций гиперскоростного движения, а также позволяющего снизить энергозатраты и добиться оптимального соотношения диаметров гиперскоростного юнимобиля и форвакуумного тоннеля экваториальной эстакады ОТС за счёт замены воздуха на более эффективную газовую среду. Для этого необходимо обозначить главные особенности альтернативных газовых сред по сравнению с воздухом, произвести аэродинамические расчёты и определить наилучшие соотношения диаметров (площадей поперечного сечения) фюзеляжа гиперскоростного юнимобиля и форвакуумного тоннеля. Полученные данные предполагается использовать для комплексного сравнительного анализа преимуществ гиперскоростного тоннеля как экологичной альтернативы реактивной магистральной авиации.

Теоретическая часть. Скорость звука, скорость запирания потока и сила сопротивления в газовых средах

Для оптимизации соотношения сечения форвакуумного тоннеля и миделя гиперскоростного юнимобиля необходимо учитывать влияние параметров газовой среды на основные характеристики прохождения подвижного состава через тоннель.

Во время разгона до околозвуковых скоростей скорость воздуха, проходящего в сечении между транспортным средством и тоннелем, может достигать скорости звука задолго до достижения транспортом крейсерской скорости. Поток газа, проходящий через гидравлическое или аэродинамическое сопротивление, связанное с уменьшением поперечного сечения потока, в область с более низким давлением, увеличивает свою скорость. Если в передней по ходу движения части потока (до его сужения) имеются дозвуковые условия, то в месте сужения скорость потока возрастает (согласно закону сохранения масс). В то же время эффект Вентури приводит к тому, что статическое давление, а следовательно, и плотность в месте сужения падает. При некотором значении скорости газовой среды возникают такие условия, при которых дальнейшее уменьшение давления после сужения не влечёт увеличения массового расхода (при неизменном давлении перед сужением).

Для однородных газов физическая точка, при которой наблюдается запирание потока при адиабатных условиях, достигается тогда, когда линейная скорость потока доходит до скорости звука или, иными словами, когда значение числа Маха становится равным единице. Возникающее явление, зависящее от скорости звука в движущейся среде, называют запиранием потока. При его наступлении массовый расход может возрастать лишь в том случае, если увеличивается давление в передней части потока. Следовательно, для перемещения с околозвуковыми скоростями важно учитывать соотношение геометрических размеров транспортного средства и тоннеля.

Аэродинамические характеристики подвижного состава обусловлены его скоростью и могут существенно меняться в зависимости от соотношений размеров транспортного средства и тоннеля. Показатель отношения площади сечения тоннеля к площади проходного сечения, приводящий к возникновению явления запирания потока для перемещения с необходимой скоростью, был сформирован А. Кантровицем [9]. Критическое значение запирания потока при скорости движения юнимобиля до 1 Маха определяется изоэнтропическим пределом по формуле [10]:

$$\frac{A}{A_{пр}} = \frac{1}{M_0}\left(\frac{1+\frac{\gamma-1}{2}M_0^2}{\frac{\gamma+1}{2}}\right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}, \qquad (1)$$

где A – площадь сечения трубопровода, м^2;

$A_{пр}$ – площадь проходного сечения, $A_{пр} = A - A_{юнимобиля}$, м^2;

M_0 – число Маха;

γ – показатель адиабаты газа.

Число Маха определяется по формуле:

$$M_0 = \frac{V}{V_{зв}}, \qquad (2)$$

где v – скорость юнимобиля, м/с;

$v_{зв}$ – скорость звука в газе, м/с.

Скорость звука является одним из важных параметров газа и зависит от его состава, температуры и давления. Именно она обуславливает скорость передачи давления в газе и, следовательно, способствует распространению аэродинамических сил в тоннеле.

Скорость звука определяется по формуле:

$$v_{зв} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}, \qquad (3)$$

где R – универсальная газовая постоянная, составляющая 8,314 Дж/(моль·К);

T – температура, К;

M – молярная масса, кг/моль.

Предел Кантровица описывается выражением (при скорости движения выше 1 Маха):

$$\frac{A}{A_{пр}} = \frac{1}{\left(\frac{\gamma-1}{\gamma+1}\right)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{2\gamma}{\gamma+1}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}} \times \times \frac{1}{\left(1+\frac{2}{\gamma-1}\times\frac{1}{M^2}\right)^{\frac{1}{2}}\left(1-\frac{\gamma-1}{2\gamma}\times\frac{1}{M^2}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}}. \quad (4)$$

При проектировании гиперскоростных транспортных систем важно исключить явление запирания потока, так как при его возникновении значительно возрастают энергозатраты на преодоление аэродинамического сопротивления. Сила лобового сопротивления определяется по формуле:

$$F = C_x \frac{\rho v^2}{2} A_{тс}, \quad (5)$$

где C_x – коэффициент лобового сопротивления, устанавливаемый натурными или виртуальными испытаниями;

ρ – плотность среды, кг/м^3;

v – скорость подвижного состава, м/с;

$A_{тс}$ – лобовая проекция площади поперечного сечения (миделя) транспортного средства, м^2.

Формула (5) демонстрирует, что большое влияние на преодоление сил лобового сопротивления оказывает плотность среды. Благодаря конструкции форвакуумного тоннеля, позволяющей снизить давление в нём на несколько порядков, и достигается возможность существенного уменьшения силы лобового сопротивления.

Важным при расчёте движения транспорта в среде с пониженным давлением является определение законов, которым подчиняется газовая среда. Для этого оценивается значение критерия, называемого числом Кнудсена (Kn) [11], который характеризует степень разрежённости газового потока.

В зависимости от данного критерия выбирается методика расчёта движения среды при пониженном давлении. Если Kn ≪ 1 (теоретически Kn → 0), справедливо основное предположение гидроаэромеханики о сплошности (континуальности) среды, значит, при расчёте течения можно пользоваться уравнениями Эйлера или Навье – Стокса с соответствующими граничными условиями [12]. Практически эти методы справедливы и при Kn ≤ 10^{-3}. Если Kn ≫ 1 (теоретически Kn → ∞), то аэродинамические характеристики обтекаемых разрежённым газом тел (или течение в вакуумных трубопроводах) следует рассчитывать, не рассматривая столкновений молекул между собой, а учитывая лишь их удары о твёрдую поверхность (свободное молекулярное течение) [13].

Число Kn определяется по формуле:

$$Kn = \frac{\lambda}{L}, \quad (6)$$

где λ – средняя длина свободного пробега молекул в газе, м;

L – характерный размер течения (диаметр трубопровода), м.

Средняя длина свободного пробега молекул в газе равна:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\sigma^2 n}, \quad (7)$$

где σ – диаметр молекулы, для воздуха равный 4 × 10^{-10} м;

n – концентрация молекул.

Концентрация молекул определяется по формуле:

$$n = \frac{p}{kT}, \quad (8)$$

где p – давление, Па;

k – постоянная Больцмана, равная 1,38 × 10^{-23} Дж/К;

T – температура, К.

Подставив формулу (8) в (7), получим выражение:

$$\lambda = \frac{kT}{\sqrt{2}\,\pi\sigma^2 p}. \quad (9)$$

Значения числа Kn и средней длины свободного пробега молекул воздуха в зависимости от давления газовой среды при характерном размере форвакуумного тоннеля (диаметр 3 м) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения числа Kn и средней длины свободного пробега молекул

Давление, Па	Длина свободного пробега молекул, м	Kn
101 325	5,6 × 10^{-8}	1,9 × 10^{-8}
10 000	5,7 × 10^{-7}	1,9 × 10^{-7}
1000	5,7 × 10^{-6}	1,9 × 10^{-6}
100	5,7 × 10^{-5}	1,9 × 10^{-5}
10	5,7 × 10^{-4}	1,9 × 10^{-4}
1	5,7 × 10^{-3}	1,9 × 10^{-3}
0,1	5,7 × 10^{-2}	1,9 × 10^{-2}

Из таблицы 1 следует, что при давлении вплоть до 0,1 Па число Kn ≪ 1 (Kn → 0). Поскольку достичь более низкого давления в форвакуумном тоннеле затруднительно, можно сделать вывод, что при расчёте течения справедливо задействовать уравнения Эйлера или Навье – Стокса. Описанная выше методика применима для расчётов с пониженным давлением в тоннеле – до 0,1 Па. Аналогичный подход к определению методики расчёта используется для любой альтернативной газовой среды.

Методика исследования

Аналитическая часть

Для определения наилучшего соотношения сечения форвакуумного тоннеля и миделя гиперскоростного юнимобиля необходимо рассчитать следующие параметры исходя из характеристик применяемой газовой среды:

- скорость звука в газовой среде при заданных значениях температуры, давления и состава газа;
- скорость запирания потока при заданных параметрах газовой среды;
- оптимальный диаметр тоннеля на основе полученных результатов расчётов.

Для сравнительного анализа запирания потока и относительных геометрических размеров форвакуумного тоннеля рассмотрим воздух, кислород и метан. Воздух выбран в качестве базового газа, поскольку именно он изначально содержится в тоннеле. Альтернативные варианты – кислород и метан; они могут использоваться для работы силовой установки на борту гиперскоростного юнимобиля: кислород – как окислитель, метан – как топливо. Преимущество метана заключается в том, что он имеет природное происхождение, низкую стоимость и может подаваться в форвакуумный тоннель прямо от газопровода. Рассмотрим также газы, обладающие низкой молярной массой, в частности водород и гелий. Водород неприменим по причине его дороговизны и высокого класса взрывоопасности: даже при небольшом натекании воздуха в тоннель возможно возникновение взрывоопасной смеси, способной полностью разрушить транспортную инфраструктуру. Гелий – инертный газ, однако ввиду своей высокой проникающей способности, нераспространённости, сложности добычи, а следовательно, и высокой цены нецелесообразен в качестве рабочей среды.

Характеристики газов, необходимые для выполнения сравнительных расчётов, приведены в таблице 2.

Поскольку главным искомым параметром является внутренний диаметр форвакуумного тоннеля, обеспечивающий отсутствие запирания потока, то в качестве исходных данных выберем диаметр фюзеляжа транспортного средства, имеющего округлую форму. На основании предварительных компоновок гиперскоростного юнимобиля, спроектированного ЗАО «Струнные технологии» (г. Минск, Беларусь), перспективными обозначены варианты с диаметрами фюзеляжа, равными 2 и 2,6 м.

Юнимобиль с диаметром фюзеляжа 2 м достаточен для размещения двух пассажиров в одном ряду и организации центрального прохода между креслами вдоль всего салона. В то же время такой диаметр можно рассматривать и для посадки трёх пассажиров в одном ряду, но без сквозного центрального прохода. Разумеется, вариант с двухместным расположением предпочтителен, поскольку в этом случае существенно упрощается конструкция салона и повышается безопасность доступа пассажиров в транспортное средство, появляется возможность для быстрой посадки (высадки), перемещения без дискомфорта внутри салона, а также для оборудования санитарного узла. С другой стороны, увеличение компоновочного диаметра до 2,6 м позволит разместить четыре пассажира в одном ряду и обеспечить сквозной проход в центральной части салона.

С целью получения энергетической эффективности гиперскоростного транспортного комплекса принимаем для расчётов оба варианта.

Таблица 2 – Характеристики исследуемых газов при атмосферном давлении [14]

Параметр	Воздух	Метан	Кислород
Плотность, кг/м^3	1,27	0,7168	1,429
Показатель адиабаты γ	1,4	1,32	1,4
Молярная масса, кг/моль	0,029	0,016	0,032
Скорость звука в газе, м/с (для t = 20 °C)	342,9	448,3	326,5
Число Маха для движения со скоростью 1000 км/ч	0,81	0,62	0,85

Несомненно, нужно провести последующую оптимизацию компоновок, поскольку площадь миделя находится в прямой квадратичной зависимости от диаметра фюзеляжа юнимобиля.

Определив расчётные диаметры фюзеляжа, используем формулу (1) для вычисления предельных значений скорости юнимобиля в форвакуумном тоннеле, при которых возможно движение без запирания потока. Данные для транспортных средств диаметром 2 и 2,6 м отображены в таблицах 3 и 4 соответственно. Расчёты проведены для внутренних диаметров форвакуумного тоннеля от 3 до 12 м с шагом в 1 м.

Целью возведения гиперскоростных линий экваториальной эстакады ОТС является обеспечение транспортировки грузов и пассажиров при минимальных временных и энергетических затратах, значит, интерес представляет диапазон скоростей 900–1000 км/ч (как и крейсерская скорость современных пассажирских самолётов). Используя формулу (1), определим расчётные минимальные внутренние диаметры тоннелей, позволяющие достичь скоростей движения 900–1000 км/ч без запирания потока для юнимобилей с диаметрами фюзеляжа 2 м (таблица 5) и 2,6 м (таблица 6).

Таблица 3 – Максимальные расчётные скорости движения юнимобиля без запирания потока для фюзеляжа диаметром 2 м*

Диаметр тоннеля, м	Площадь сечения тоннеля (A), м^2	Площадь проходного сечения ($A_{пр}$), м^2	$A/A_{пр}$	Число Маха при запирании потока			Скорость при запирании потока, км/ч		
				Воздух	Метан	Кислород	Воздух	Метан	Кислород
3	7,07	3,93	1,8	0,35	0,35	0,35	425,9	560	405,4
4	12,57	9,42	1,33	0,5	0,51	0,5	620,9	815	591,1
5	19,63	16,49	1,19	0,6	0,6	0,6	738,2	969,9	702,8
6	28,27	25,13	1,13	0,66	0,67	0,66	817,2	1073,2	778
7	38,48	35,34	1,09	0,71	0,71	0,71	873,4	1146,8	831,4
8	50,27	47,12	1,07	0,74	0,74	0,74	913,5	1202,1	869,6
9	63,62	60,48	1,05	0,77	0,77	0,77	950,6	1246,7	904,9
10	78,54	75,4	1,04	0,79	0,79	0,79	977,7	1281,4	930,8
11	95,03	91,89	1,03	0,81	0,81	0,81	999,9	1310,4	951,9
12	113,1	109,96	1,03	0,83	0,83	0,83	1018,5	1334,6	969,5

Таблица 4 – Максимальные расчётные скорости движения юнимобиля без запирания потока для фюзеляжа диаметром 2,6 м*

Диаметр тоннеля, м	Площадь сечения тоннеля (A), м^2	Площадь проходного сечения ($A_{пр}$), м^2	$A/A_{пр}$	Число Маха при запирании потока			Скорость при запирании потока, км/ч		
				Воздух	Метан	Кислород	Воздух	Метан	Кислород
3	7,07	1,76	4,02	0,15	0,15	0,15	180,1	238,6	171,4
4	12,57	7,26	1,73	0,36	0,36	0,36	445,7	585,8	424,2
5	19,63	14,33	1,37	0,48	0,49	0,48	598,1	786,8	569,4
6	28,27	22,97	1,23	0,57	0,57	0,57	699,3	919	665,7
7	38,48	33,18	1,16	0,63	0,63	0,63	771,9	1014,1	734,8
8	50,27	44,96	1,12	0,67	0,67	0,67	826,8	1088,7	787,1
9	63,62	58,31	1,09	0,7	0,71	0,7	869,8	1141,2	828,1
10	78,54	73,23	1,07	0,73	0,73	0,73	904,6	1185,7	861,1
11	95,03	89,72	1,06	0,76	0,76	0,76	933,2	1223,1	888,3
12	113,1	107,79	1,05	0,78	0,78	0,78	957,2	1254,5	911,2

* Цветом выделены варианты, обеспечивающие возможность достижения юнимобилем скорости 1000 км/ч без запирания потока.

Таблица 5 – Внутренние диаметры тоннелей, обеспечивающие достижение скоростей движения гиперскоростного юнимобиля с диаметром фюзеляжа 2 м без запирания потока

Скорость юнимобиля, км/ч	Число Маха			Минимальный диаметр тоннеля, м		
	Воздух	Метан	Кислород	Воздух	Метан	Кислород
900	0,73	0,56	0,77	7,58	4,48	8,84
950	0,77	0,59	0,81	8,99	4,84	10,9
1000	0,81	0,62	0,85	11	5,25	14,14

Таблица 6 – Внутренние диаметры тоннелей, обеспечивающие достижение скоростей движения гиперскоростного юнимобиля с диаметром фюзеляжа 2,6 м без запирания потока

Скорость юнимобиля, км/ч	Число Маха			Минимальный диаметр тоннеля, м		
	Воздух	Метан	Кислород	Воздух	Метан	Кислород
900	0,73	0,56	0,77	9,86	5,83	11,49
950	0,77	0,59	0,81	11,68	6,29	14,16
1000	0,81	0,62	0,85	14,3	6,83	18,38

В проектируемом форвакуумном тоннеле при заданных зазорах между его внутренней стенкой и фюзеляжем юнимобиля закон сохранения сплошности среды будет соблюдаться в диапазоне давлений 1–101 325 Па (атмосферное давление). Следовательно, расчётные значения скоростей запирания потока из таблиц 3–6 справедливы практически для всего предполагаемого диапазона разрежения среды внутри тоннеля.

Как видно из таблиц 5 и 6, наименьший диаметр тоннеля, обеспечивающий движение гиперскоростного юнимобиля без запирания потока, возможен при использовании метана в качестве заполняемой среды. Из исследуемых газов самым неподходящим является кислород.

Строительство форвакуумного тоннельного комплекса с диаметрами тоннелей в каждом направлении, равными 10 м и более, слишком затратно и экономически нецелесообразно. Руководствуясь принципом разумной достаточности, для дальнейших аэродинамических расчётов будем рассматривать тоннель с внутренним диаметром 5 м для фюзеляжа диаметром 2 м и тоннель с внутренним диаметром 6 м для фюзеляжа диаметром 2,6 м как базовые и в то же время оптимальные варианты.

При выборе газовой среды следует учитывать и динамику коэффициента аэродинамического сопротивления в диапазоне скоростей от 0 до 1 Маха [15]. Расчёт перспективной с точки зрения аэродинамики модели фюзеляжа гиперскоростного юнимобиля в открытом воздушном пространстве показал резкое ухудшение аэродинамических характеристик транспортного средства при достижении им скорости 0,9 от числа Маха (рисунок 1).

С точки зрения оптимизации энергоэффективности следует ограничить скорость движения в тоннеле до 0,9 от числа Маха. Например, в среде воздуха этот предел наступает на скорости 1099 км/ч, кислорода – 1058 км/ч, метана – 1452 км/ч. Даже если исключить явление запирания потока газовой среды, ни кислород, ни воздух не в состоянии обеспечить энергоэффективность перемещения со скоростью 1100 км/ч и более.

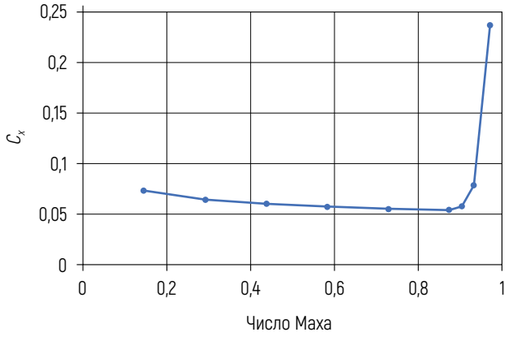


Рисунок 1 – График зависимости коэффициента аэродинамического сопротивления C_x от числа Маха для гиперскоростного юнимобиля при движении в атмосферном воздухе

Верификация расчётных параметров с использованием компьютерного моделирования

С целью верификации расчётных параметров соотношения площадей сечения гиперскоростного юнимобиля и форвакуумного тоннеля проведены виртуальные испытания, в которых был применён программный комплекс Ansys. Исходные данные: крейсерская скорость юнимобиля – 900 км/ч; для диаметра фюзеляжа 2 м внутренний диаметр форвакуумного тоннеля равен 5 м; для диаметра фюзеляжа 2,6 м внутренний диаметр форвакуумного тоннеля составляет 6 м; длина юнимобиля – 30 м; разрежённая среда – метан с давлением 10 000 Па (75 мм рт. ст.).

Обоснование выбора методики расчёта. Для решения задачи выбрана модель турбулентности *k*-ω SST (Shear-Stress Transport) как более подходящая [16].

В качестве вязкой среды рассмотрена модель идеального сжимаемого газа (10) с зависимостью вязкости от температуры по формуле Сазерленда (11):

$$P = \rho RT, \qquad (10)$$

где P – давление в объёме, Па;

ρ – плотность среды, км/м^3;

R – газовая постоянная, Дж/(моль·К);

T – температура, К.

$$\frac{\mu}{\mu_0} = \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{T_0 + S_\mu}{T + S_\mu}, \qquad (11)$$

где μ – вязкость среды, Па·с;

μ_0 – опорное значение вязкости, Па · с;

T – температуры среды, К;

T_0 – опорное значение температуры, К;

S_μ – константа Сазерленда.

В качестве решателя использован density-based solver, так как он применяется для задачи со сжимаемой средой, высокими скоростями течения и низким давлением.

Описание расчётной модели и граничных условий. На основании исходных данных сформирована расчётная модель (рисунок 2).

При моделировании процессов перемещения задействовался условно-реверсивный метод расчёта, при котором юнимобиль неподвижен, а среда движется.

Установлены следующие граничные условия:

- вход среды задан полным и статическим давлением, что в свою очередь определяет скорость входящего потока 900 км/ч;
- выход среды с давлением 10 000 Па (75 мм рт. ст.);
- подвижная стенка трубы со скоростью 900 км/ч.

В качестве начальных условий принято давление 10 000 Па (75 мм рт. ст.) и температура 20 °С. Для исключения влияния на расчёт шероховатости внутренних поверхностей стенок трубы задано скольжение без трения.

Конечно-элементная модель изображена на рисунке 3. Число элементов сетки составляет 12 510 335 для тоннеля диаметром 6 м и 12 136 532 для тоннеля диаметром 5 м.

Как видно из рисунка 3, расчётная сетка сформирована с плавным замельчением при приближении к фюзеляжу юнимобиля, а также у стенок форвакуумного тоннеля. Подобное распределение расчётных узлов позволяет достичь значения сходимости расчётов не менее 10^{-4} за 800–2000 итераций.

Рисунок 2 – Расчётная модель

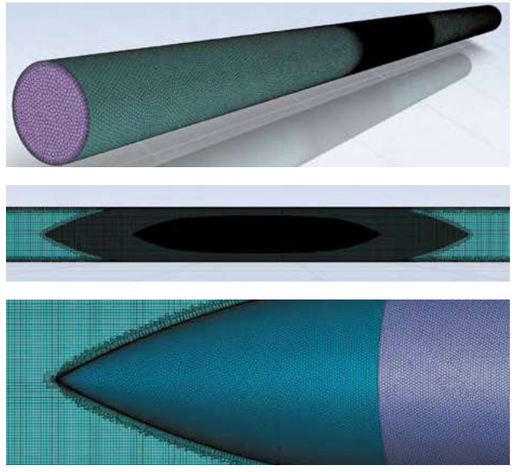


Рисунок 3 – Конечно-элементная модель

Результаты математического моделирования

Результаты математического моделирования для газовой среды метана

Результаты проведённого компьютерного моделирования движения гиперскоростного юнимобиля в форвакуумном тоннеле в среде метана отображены на рисунках 4–6.

Картины распределения давления и плотности среды (рисунки 5, 6) соответствуют заданным для расчёта условиям и не противоречат результатам исследований в области термогазодинамики.

Как следует из рисунка 4, максимальная скорость среды достигается между внутренней стенкой форвакуумного тоннеля и фюзеляжем гиперскоростного юнимобиля. Она составляет 0,751 от числа Маха газовой среды метана для юнимобиля с диаметром фюзеляжа 2 м, движущегося в тоннеле с внутренним диаметром 5 м, и 0,816 от числа Маха для юнимобиля с диаметром фюзеляжа 2,6 м, движущегося в тоннеле с внутренним диаметром 6 м. Поскольку скорость потока газовой среды в сечении не превысила 1 Маха, можно сделать вывод, что запирания потока не возникло, соответственно, последующего прогрессирующего уплотнения среды в зоне переднего обтекателя гиперскоростного юнимобиля происходить не будет.

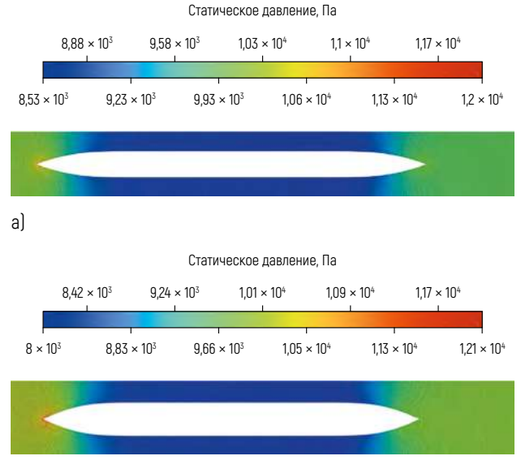


Рисунок 5 – Распределение давления в объёме газовой среды метана:
а – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2 м и внутреннего диаметра тоннеля 5 м;
б – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2,6 м и внутреннего диаметра тоннеля 6 м

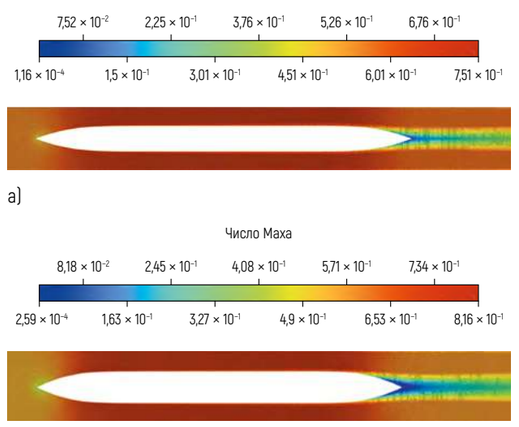


Рисунок 4 – Распределение числа Маха газовой среды метана в форвакуумном тоннеле:
а – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2 м и внутреннего диаметра тоннеля 5 м;
б – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2,6 м и внутреннего диаметра тоннеля 6 м

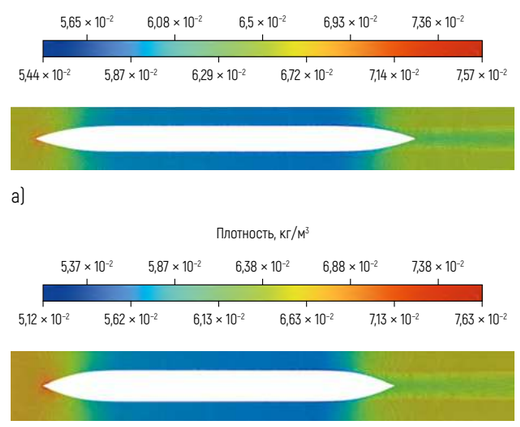


Рисунок 6 – Распределение плотности газовой среды метана в форвакуумном тоннеле:
а – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2 м и внутреннего диаметра тоннеля 5 м;
б – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2,6 м и внутреннего диаметра тоннеля 6 м

На основании полученного при расчёте значения силы лобового сопротивления вычислен суммарный коэффициент аэродинамического сопротивления юнимобиля, а также его составляющие по лобовому давлению и трению вдоль всей поверхности фюзеляжа. В результате определена мощность, требуемая на преодоление общего аэродинамического сопротивления в разрежённой среде метана (таблица 7).

Аналогичным образом проведено математическое моделирование для воздуха и кислорода с целью оценки энергоэффективности применяемого газа. При этом сохранён принцип неизменности соотношения площади миделя юнимобиля к площади внутреннего сечения форвакуумного тоннеля.

Результаты математического моделирования для газовой среды воздуха

Результаты математического моделирования для среды воздуха отображены на рисунках 7–9.

Как следует из рисунка 7, максимальная скорость среды достигается между внутренней стенкой форвакуумного тоннеля и фюзеляжем гиперскоростного юнимобиля. Она составляет 1,41 от числа Маха газовой среды воздуха для юнимобиля с диаметром фюзеляжа 2 м, движущегося в тоннеле с внутренним диаметром 5 м, и 1,51 от числа Маха для юнимобиля с диаметром фюзеляжа 2,6 м, движущегося в тоннеле с внутренним диаметром 6 м.

Поскольку скорость потока газовой среды в сечении превысила 1 Мах, можно сделать вывод, что возникает запирание газового потока, соответственно, происходит прогрессирующее уплотнение воздушной среды в зоне переднего обтекателя гиперскоростного юнимобиля.

Исходя из полученного в результате расчёта значения силы лобового сопротивления, определены суммарный коэффициент аэродинамического сопротивления юнимобиля и мощность, требуемая на преодоление аэродинамического сопротивления в разрежённой среде воздуха (таблица 8).

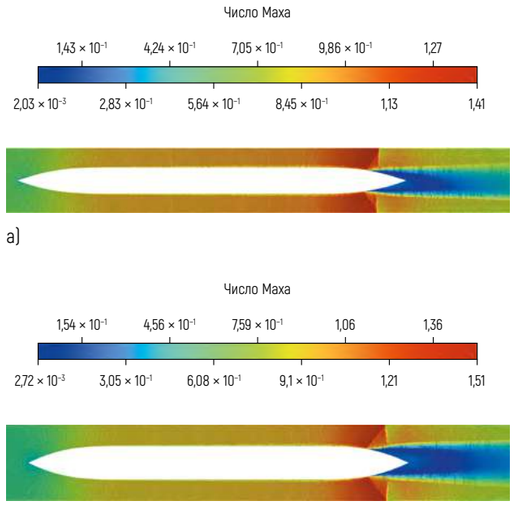


Рисунок 7 – Распределение числа Маха газовой среды воздуха в форвакуумном тоннеле:
а – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2 м и внутреннего диаметра тоннеля 5 м;
б – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2,6 м и внутреннего диаметра тоннеля 6 м

Расчёт для среды воздуха показал, что замена метана на воздух (при том же давлении 75 мм рт. ст.) повышает мощность, требуемую на преодоление аэродинамического сопротивления, примерно в восемь раз. Основная причина её роста: у воздушной среды скорость газа в сечении между фюзеляжем юнимобиля и внутренней стенкой форвакуумного тоннеля достигла 1 Маха, что привело к прогрессирующему увеличению давления в зоне переднего обтекателя.

Таблица 7 – Аэродинамические характеристики юнимобиля при движении в форвакуумном тоннеле со скоростью 900 км/ч в среде метана при давлении 75 мм рт. ст.

Диаметр фюзеляжа юнимобиля, м	Внутренний диаметр тоннеля, м	Сила лобового сопротивления F, Н	Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x			Мощность, требуемая на преодоление аэродинамического сопротивления, кВт
			общий	от давления	от трения	
2	5	1663	0,257	0,096	0,161	416
2,6	6	2848	0,26	0,127	0,133	712

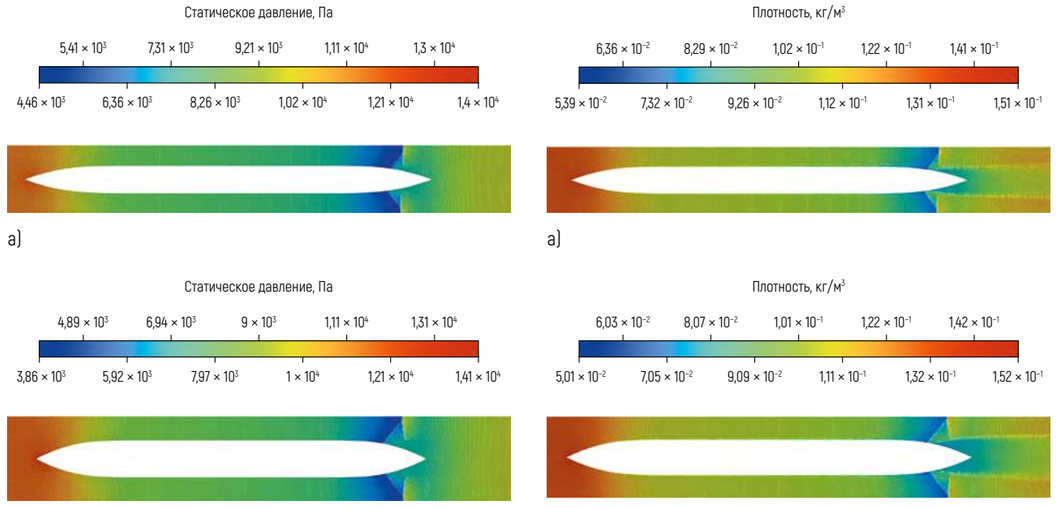


Рисунок 8 – Распределение давления в объёме газовой среды воздуха:
а – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2 м и внутреннего диаметра тоннеля 5 м;
б – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2,6 м и внутреннего диаметра тоннеля 6 м

Рисунок 9 – Распределение плотности газовой среды воздуха в форвакуумном тоннеле:
а – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2 м и внутреннего диаметра тоннеля 5 м;
б – для диаметра фюзеляжа юнимобиля 2,6 м и внутреннего диаметра тоннеля 6 м

Дополнительным фактором, приводящим к росту сил сопротивления, является молярная масса газа. У воздуха она выше, чем у метана, следовательно, среда движения более плотная. Необходимо отметить, что при перемещении в воздушной среде в тоннеле большего диаметра значение C_x увеличилось. Данное повышение обусловлено усилением экранного эффекта, поскольку соотношение площади поперечного сечения (миделя) гиперскоростного юнимобиля и проходной площади внутреннего диаметра тоннеля изменилось на 3 %.

Результаты математического моделирования для газовой среды кислорода

Результаты моделирования перемещения гиперскоростного юнимобиля в среде кислорода схожи с показателями моделирования для воздушной среды, равно как и картины распределения скорости, давления и плотности газовой среды.

Максимальная скорость среды достигается между внутренней стенкой форвакуумного тоннеля и фюзеляжем

Таблица 8 – Аэродинамические характеристики юнимобиля при движении в форвакуумном тоннеле со скоростью 900 км/ч в среде воздуха при давлении 75 мм рт. ст.

Диаметр фюзеляжа юнимобиля, м	Внутренний диаметр тоннеля, м	Сила лобового сопротивления F, Н	Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x			Мощность, требуемая на преодоление аэродинамического сопротивления, кВт
			общий	от давления	от трения	
2	5	12 733	1,09	0,95	0,14	3183
2,6	6	23 805	1,2	1,09	0,11	5951

гиперскоростного юнимобиля. Она составляет 1,55 от числа Маха газовой среды кислорода для юнимобиля с диаметром фюзеляжа 2 м, движущегося в тоннеле с внутренним диаметром 5 м, и 1,64 от числа Маха для юнимобиля с диаметром фюзеляжа 2,6 м, движущегося в тоннеле с внутренним диаметром 6 м.

Поскольку скорость потока газовой среды в сечении превысила 1 Max, можно сделать вывод, что возникает запирание газового потока, соответственно, происходит прогрессирующее уплотнение среды кислорода в зоне переднего обтекателя гиперскоростного юнимобиля.

На основании полученного в результате расчёта значения силы лобового сопротивления определены суммарный коэффициент аэродинамического сопротивления юнимобиля и мощность, требуемая на преодоление аэродинамического сопротивления в среде кислорода (таблица 9).

Расчёт для среды кислорода показал, что замена метана на кислород (при том же давлении 75 мм рт. ст.) повышает мощность, требуемую на преодоление аэродинамического сопротивления, примерно в 10 раз. Основная причина роста: в кислороде скорость газа в сечении между фюзеляжем юнимобиля и внутренней стенкой форвакуумного тоннеля достигла 1 Маха, что привело к прогрессирующему увеличению давления в зоне переднего обтекателя.

Дополнительным фактором, приводящим к росту сил сопротивления, является молярная масса газа. У кислорода она выше, чем у метана, следовательно, среда движения более плотная. Необходимо отметить, что при перемещении в среде кислорода в тоннеле большего диаметра значение C_x увеличилось. Данное повышение обусловлено усилением экранного эффекта, поскольку соотношение площади поперечного сечения (миделя) гиперскоростного юнимобиля и проходной площади внутреннего сечения тоннеля изменилось на 3 %.

Оценка энергетической эффективности аэродинамики в метановом тоннеле по сравнению с магистральной авиацией

Гиперскоростной юнимобиль по совокупности характеристик скорости, комфортности и безопасности уникален при движении в форвакуумном тоннеле с метановой средой.

Подобным видом транспорта по набору вышеперечисленных составляющих является только самолёт. По этой причине можно сравнивать юнимобиль с современными бизнес-джетами, имеющими диаметр фюзеляжа от 1,6 до 2,8 м и длину фюзеляжа от 25 до 38 м.

Проанализируем параметры транспортных средств (таблица 10) на примере одной из самых распространённых в авиации серии самолётов – Boeing 737. Существует много исполнений, поэтому рассмотрим самую популярную модель в массовых пассажирских перелётах – Boeing 737-800 – и люксовую версию для бизнес-перелётов – Boeing BBJ MAX 9.

Поскольку в данном исследовании определялась только мощность, требуемая на преодоление аэродинамического сопротивления, то для сравнительного анализа параметров силовых установок юнимобилей добавим мощность, необходимую на сопротивление качению стального колеса по рельсу, и мощность, расходуемую на работу внутренних систем юнимобиля.

Таблица 10 наглядно демонстрирует энергоэффективность перевозки пассажиров юнимобилями. Несмотря на то что оба типа транспорта перемещаются в разрежённой среде (юнимобиль – в метановом форвакуумном тоннеле, самолёт – на высоте свыше 10 км), самолёт имеет несравненно большую площадь поперечного сечения (с учётом крыльев), несовершенную аэродинамику, обусловленную наличием крыльев с размещёнными на них турбовинтовыми установками, и хвостовую часть фюзеляжа.

Таблица 9 – Аэродинамические характеристики юнимобиля при движении в форвакуумном тоннеле со скоростью 900 км/ч в среде кислорода при давлении 75 мм рт. ст.

Диаметр фюзеляжа юнимобиля, м	Внутренний диаметр тоннеля, м	Сила лобового сопротивления F, Н	Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x			Мощность, требуемая на преодоление аэродинамического сопротивления, кВт
			общий	от давления	от трения	
2	5	17 016	1,32	1,18	0,14	4254
2,6	6	30 127	1,38	1,27	0,11	7531

Таблица 10 – Сравнительная характеристика юнимобилей и популярных моделей самолётов, используемых в магистральной авиации

Параметр	Юнимобиль uMach-2*	Юнимобиль uMach-2,6*	Boeing 737-800	Boeing BBJ MAX 9
Длина салона, м	20	20	29,9	32,7
Ширина салона, м	1,8	2,3	3,54	3,18
Пассажировместимость, чел.	46	80	189	50
Крейсерская скорость, км/ч	900	900	842	842
Мощность силовой установки на крейсерской скорости, кВт	650	1000	22 900	22 900
Мощность, расходуемая на одного пассажира, кВт·ч/пас	14,3	12,5	121,5	458,4
Ориентировочная стоимость, млн USD	6	8	106,1	128,9

* Модель uMach-2 соответствует юнимобилю с диаметром фюзеляжа 2 м, модель uMach-2,6 соответствует юнимобилю с диаметром фюзеляжа 2,6 м.

К тому же значительная часть энергии затрачивается на удержание летательного аппарата в воздухе, в то время как для обеспечения устойчивого положения юнимобиля не требуется энергии вовсе, поскольку он опирается стальными колёсами на путевую структуру. Помимо энергоэффективности следует учитывать и стоимость транспорта: при массовом производстве юнимобиля она не будет превышать 8 млн USD, что более чем в 13 раз дешевле Boeing 737-800.

Заключение

Применение метана в качестве рабочей среды форвакуумного тоннеля позволит обеспечить перемещение юнимобиля со скоростью 900 км/ч и более, причём энергозатраты будут существенно ниже, чем в воздушной среде либо среде кислорода при аналогичном диаметре форвакуумного тоннеля. Замена газовой среды метана на воздушную в тоннеле диаметром 6 м приведёт к росту мощности, необходимой на преодоление аэродинамики, в 8,4 раза, а при замене на кислород требуемая мощность увеличится в 10,6 раза. Расчёты установили, что для движения юнимобиля со скоростью 900 км/ч без запирания потока в среде метана диаметр тоннеля может быть в 2,1 раза меньше, чем в воздушной среде, либо в 2,9 раза меньше, чем в среде кислорода. Таким образом, использование метана позволит снизить габаритные размеры и вес погонного метра всей транспортной инфраструктуры экваториальной эстакады ОТС. Облегчение линейного участка приведёт к сокращению материалоёмкости и остальных её компонентов: промежуточных опор, фундаментов, анкерных опор, вокзалов. Существенная экономия будет достигнута при прохождении сложных природных участков, таких как горы и овраги, водные препятствия.

Сравнительная оценка энергоэффективности транспортировки пассажиров юнимобилями и магистральной авиацией показала, что на перевозку одного пассажира юнимобилем при скорости 900 км/ч требуется мощность, в 9,7 раза меньшая (12,5 кВт·ч/пас против 121,5 кВт·ч/пас), чем для самолёта эконом-класса.

Помимо очевидных аэродинамических преимуществ наличие в форвакуумной трубе метана обеспечит запасом топлива, необходимым для функционирования силовой газотурбинной установки или компактного газотурбинного двигателя, вырабатывающего электроэнергию для всех основных и вспомогательных систем. Следовательно, юнимобиль должен везти с собой не топливо, а окислитель (кислород), так как топливом станет газовая среда форвакуумного тоннеля. По мере расходования метан будет подаваться в нужном количестве с одного конца тоннеля, а продукты горения (H_2O и CO_2) – выводиться с другого его конца. При тех же скоростях движения, что и в авиации, метановый тоннель экологически чище и безопаснее, так как более экологичное топливо (метан) будет сжигаться в изолированном и замкнутом объёме тоннеля. Токсичный авиационный керосин, причём в значительно большем относительном количестве, сжигается в турбине самолёта в самых уязвимых нижних слоях стратосферы, образуя

инверсионный след и разрушая защитный озоновый слой планеты.

Кроме того, существенно повысится транспортная безопасность, поскольку на движение юнимобиля в тоннеле не влияют негативные внешние природно-климатические и иные воздействия (дождь, снег, град, оледенение, туман, пыльная буря, ветер, облака, птицы, удар молнии и др.), а также технические факторы, обусловленные конструктивными особенностями транспортного средства или ошибками человека (заглох двигатель, закончилось топливо, не вышло шасси, случилась посадка мимо взлётно-посадочной полосы, недостаточна её длина, лопнула шина, произошло столкновение со снегоуборочной и иной техникой и др.).

Дальнейшие исследования планируется направить на поиск предпочтительного давления газовой среды, определение оптимальных параметров форвакуумного тоннеля и способов использования метана в качестве источника энергии для силовой установки, размещённой на шасси гиперскоростного юнимобиля.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Транспортные системы «второго уровня»: современное состояние и перспективы развития / А.Э. Юницкий, С.В. Артюшевский, Д.И. Бочкарёв // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 4. – С. 39–56.*
2. *Sonkar, A. Spaceborne SAR-Based Detection of Ships in Suez Gulf to Analyze the Maritime Traffic Jam Caused Due to the Blockage of Egypt's Suez Canal / A. Sonkar, S. Kumar, N. Kumar // Sustainability. – 2023. – Vol. 15. – 9706.*
3. *Юницкий, А.Э. Техносфера 2.1 – перезагрузка земной индустрии на космический вектор развития / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 36–73.*
4. *Транспортная неделя – 2022 // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20, № 6 (103). – С. 36–55.*
5. *Yavuz, M.N. Comparison of Conventional High Speed Railway, Maglev and Hyperloop Transportation Systems / M.N. Yavuz, Z. Öztürk // International Advanced Researches and Engineering Journal. – 2021. – Vol. 5, iss. 1. – P. 113–122.*
6. *Impact of Vacuum Degree on the Aerodynamics of a High-Speed Train Capsule Running in a Tube / Y. Sui [et al.] // International Journal of Heat and Fluid Flow. – 2021. – Vol. 88. – 108752.*
7. *Optimal Setting of Air Shafts for Subway Tunnel Based on Piston Effect / C. Chen [et al.] // China Railway Science. – 2015. – Vol. 6. – P. 70–77.*
8. *Bizzozero, M. Aerodynamic Study of a Hyperloop Pod Equipped with Compressor to Overcome the Kantrowitz Limit / M. Bizzozero, Y. Sato, M.A. Sayed // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2021. – Vol. 218. – 104784.*
9. *Ota, M. New Frontier of Engineering and Science Fields Pried by Arthur R. Kantrowitz / M. Ota // The Proceedings of Mechanical Engineering Congress, Japan. – 2016. – Vol. 2016. – S2010105.*
10. *Anderson, J.D. Fundamentals of Aerodynamics / J.D. Anderson. – New York: McGraw-Hill Education, 2016. – 1154 p.*
11. *Коган, М.Н. Динамика разрежённого газа. Кинетическая теория / М.Н. Коган. – М.: Наука, 1967. – 440 с.*
12. *Ganeshan, K. Finite Element Discrete Boltzmann Method for High Knudsen Number Flows [Electronic resource] / K. Ganeshan, D. Williams. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/347965068_A_finite_element_discrete_Boltzmann_method_for_high_Knudsen_number_flows. – Date of access: 20.09.2023.*
13. *Knudsen Number Sensitivity to Pressure Drop in a Nanoscale Membrane [Electronic resource] / M.M. Ramalan [et al.]. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/367336464_Knudsen_Number_Sensitivity_to_Pressure_Drop_in_a_Nanoscale_Membrane. – Date of access: 20.09.2023.*
14. *Ландау, Л.Д. Механика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1953. – 788 с.*
15. *Post Flight Aerodynamic Analysis of the Experimental Vehicle PRORA USV 1 [Electronic resource] / G. Rufolo [et al.] // 15th AIAA International Space Planes and Hypersonic Systems and Technologies Conference, Dayton, Ohio, 28 Apr. – 1 May 2008. – Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 2008. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/260861667_Post_Flight_Aerodynamic_Analysis_of_the_Experimental_Vehicle_PRORA_USV_1. – Date of access: 20.09.2023.*
16. *Numerical Analysis of Aerodynamic Characteristics of Hyperloop System / J.S. Oh [et al.] // Energies. – 2019. – Vol. 12, iss. 3. – 518.*

УДК 004.942+629.7.067

Противометеороидная защита корпуса общепланетарного транспортного средства, выполненная на основе пенометаллов

А.Э. Юницкий[1,2]
доктор философии транспорта

В.А. Овсянко[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии», г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Беларусь

Высокая активность человека в ближнем космосе привела к засорению околоземной среды, что создало большую опасность для запуска новых космических аппаратов (КА). Ежегодное увеличение их размеров и количества на орбите усугубляет указанную проблему. В настоящее время для защиты от космического мусора в конструкцию КА вводят специальные экраны. В данной работе представлены результаты численного моделирования защиты общепланетарного транспортного средства (ОТС) от воздействия метеорно-техногенных частиц. Моделирование осуществлено в программе ANSYS/LS-DYNA комбинированным способом, включающим в себя метод Лагранжа и метод сглаженных частиц (Smoothed Particle Hydrodynamics – SPH). Для получения более достоверной оценки модель открыто-ячеистой структуры основного энергопоглощающего элемента – пеноалюминия – выполнена с детальной проработкой геометрии, учитывающей размеры ячейки, пор и толщину волокон. На основании проведённого моделирования предложен вариант конструкции экрана, защищающего корпус ОТС от частиц размером до 5 мм.

Ключевые слова:
высокоскоростное соударение, метод конечных элементов, метод сглаженных частиц (Smoothed Particle Hydrodynamics – SPH), общепланетарное транспортное средство (ОТС), противометеороидная защита, численное моделирование.

UDC 004.942+629.7.067

Metal Foam Based Protection of the General Planetary Vehicle Body Against Meteoroids

A. Unitsky[1,2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

V. Ausianka[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

The high level of human activity in near space has resulted in the contamination of the near-Earth environment, that is dangerous in the case of new spacecraft launch. The annual increase of their size and quantity in orbit only exacerbates the existing problem. Today, the spacecraft construction includes special shields to protect them against space debris. This paper presents results of the numerical simulation of the General Planetary Vehicle (GPV) protection against impact of meteoroid and technogenic particles. The simulation is implemented in ANSYS/LS-DYNA program with the use of combines approach including Lagrange method and Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH). To obtain a more valid assessment, the model of open cell structure of the main energy absorbing element made of foam aluminum is performed with detailed study of the geometry considering the size of cells and holes as well as fiber thickness. On the basis of the performed simulation, the option of the shield protecting the GPV body against particles up to 5 mm is provided.

Keywords:
finite element method, General Planetary Vehicle (GPV), high-speed impacts, numerical simulation, protection against meteoroids, Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH).

Введение

Для успешной и долгосрочной эксплуатации общепланетарного транспортного средства (ОТС) [1] ещё на стадии проектирования необходимо уделить внимание защите корпуса от высокоскоростного ударного воздействия метеороидов и техногенного мусора, количество которого на земных орбитах постоянно растёт.

В [2] рассмотрены варианты защиты корпуса ОТС при столкновении с различными фрагментами космического мусора. Так, для предотвращения урона от метеороидов размером 5 мм предложена композиционная защита, которая включает:

- барьер – два ряда стальной сетки с просветом ячейки 1 мм;
- основной энергопоглощающий элемент – пеноалюминий со структурой 40 пор на дюйм (40 ppi), заключённый между алюминиевыми пластинами (передняя толщиной 1 мм, а задняя – 2 мм).

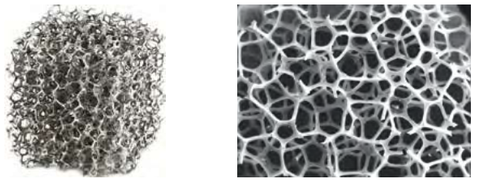
При этом показано, что для остановки метеороида, имеющего диаметр 5 мм и движущегося со скоростью 8 км/с, необходимо около 48 мм пеноалюминия. Все элементы конструкции защиты представлены объёмными конечными элементами (КЭ), а для моделирования выбран метод Лагранжа. Данная постановка является упрощённой и может применяться на начальных этапах моделирования, когда требуется в ограниченные сроки провести оценочный сравнительный анализ различных вариантов конструкции защиты корпуса.

При моделировании пеноалюминия методом сплошной среды не учитываются процессы распространения, переотражения и наложения ударных волн в перемычках материала, что вносит существенную погрешность в результаты расчёта. Кроме того, в модели сплошной среды отсутствуют поры, поскольку мелкие осколки не могут беспрепятственно достичь задней стенки, тем самым занижая нагрузку на неё. Для получения наиболее реалистичного поведения пеноматериалов при высокоскоростном столкновении необходимо использовать модель, достаточно полно отражающую микроструктуру пены.

Следовательно, в данной работе предлагается применять модель, обладающую повышенным уровнем детализации открыто-ячеистой структуры пеноалюминия.

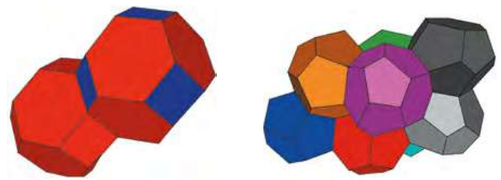
Построение модели пеноалюминия

Пример образца пеноалюминия Duocell фирмы ERG Aerospace, имеющего открытые поры [3], показан на рисунке 1. Пространственная структура пеноалюминия характеризуется минимальной поверхностью волокон [4] и может быть описана ячейками Кельвина или Веари – Фелана. Ячейки Кельвина представляют собой тетракаидекаэдр, состоящий из восьми граней правильной шестиугольной формы и шести квадратных граней (рисунок 2а). Пена Веари – Фелана отличается от структуры Кельвина тем, что в ней используются два типа ячеек, обладающих равным объёмом: пиритоэдр и тетракаидекаэдр (рисунок 2б).



а) б)

Рисунок 1 – Пеноалюминий Duocell пористостью 40 ppi:
а – образец; б – вид под микроскопом



а) б)

Рисунок 2 – Пенная структура: а – ячейки пены Кельвина;
б – ячейки пены Веари – Фелана

Площадь поверхности структуры Веари – Фелана на 0,3 % меньше, чем структуры Кельвина, но ячейка Кельвина проще в построении и масштабировании. В связи с этим для исследования применена геометрическая модель пены на базе ячеек Кельвина.

Структура пены характеризуется тремя основными параметрами: размером ячейки $d_я$, диаметром пор $d_п$ и средним размером волокна (перемычка) $t_п$ (рисунок 3). Построение геометрической модели пены выполняется вычитанием из тетракаидекаэдра сферы. Диаметр сферы $d_{сф}$ задаётся таким образом, чтобы обеспечить необходимые размеры пор и ячеек.

Размер и форма перемычки ячейки пеноалюминия обуславливают прочность композиционного материала: при статическом сжатии через волокно передаётся нагрузка, а при высокоскоростном динамическом нагружении по волокнам распространяются ударные волны. Реальная перемычка неоднородна по толщине, её поперечное сечение представляет собой разомкнутую оболочку (рисунок 4). При моделировании перемычка строится объёмным телом. Согласно [5] такой подход не вносит существенной погрешности в точность результатов.

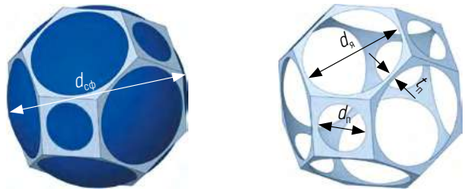


Рисунок 3 – Геометрическая модель пены

Рисунок 4 – Сечение перемычки пеноалюминия

Параметром, оказывающим наибольшее влияние на механическую прочность пеноалюминия при моделировании высокоскоростного взаимодействия с преградой, является пористость П, которая отражает количество материала в композите [5]:

$$П = 1 - \frac{\rho}{\rho_s},$$

где П – пористость;

ρ – плотность пеноматериала;

ρ_s – плотность материала пены (алюминий).

Геометрические характеристики структуры пеноалюминия, имеющего разное количество пор на единицу длины и относительную плотность 6–8 %, сведены в таблицу 1 [6].

Таблица 1 – Геометрические характеристики структуры пеноалюминия

Пористость, ppi	Размер ячейки, мм	Диаметр пор, мм	Толщина волокна, мм
10	3,95	2,33	0,382
20	3,28	1,78	0,329
40	2,63	1,59	0,251

Для построения сетки используются объёмные восьмиузловые элементы HEX. Размер волокон структуры пены регулируется масштабированием внутренних рёбер КЭ модели относительно центра ячейки. Далее из КЭ модели единичной ячейки пены строится массив необходимого размера. Окончательный вид модели пеноалюминия пористостью 40 ppi показан на рисунке 5.

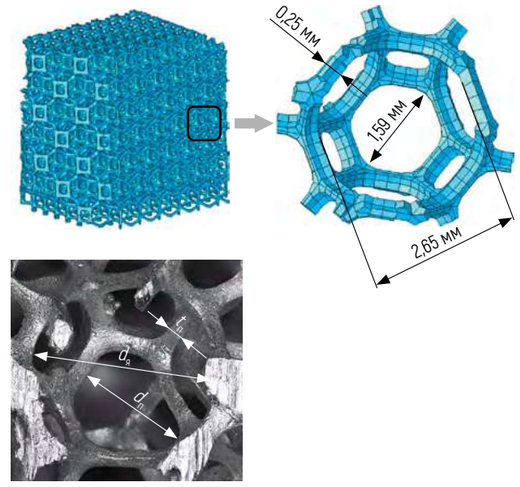


Рисунок 5 – Конечно-элементная модель пеноалюминия пористостью 40 ppi

Верификация модели пеноалюминия

При компьютерном моделировании сложных физических процессов обязательным этапом является верификация разработанной расчётной модели, для чего предлагается использовать данные натурных экспериментов [6], которые проводились группой учёных NASA на испытательном полигоне White Sands, входящем в состав

Johnson Space Center. Испытания выполнялись на двухступенчатой легкогазовой ускорительной установке (рисунок 6) калибра 0,5 дюйма, позволяющей разгонять снаряды до скорости 8,5 км/с.

Рисунок 6 – Общий вид легкогазовой ускорительной установки

Техногенный космический мусор представляет собой фрагменты вышедших из строя космических аппаратов, основной материал которых алюминиевые сплавы. В то же время около 90 % долетающих до поверхности Земли метеоритов являются разновидностью группы каменных метеоритов – хондритов [7]. Согласно [8] плотность хондритов составляет около 3 г/см^3, что примерно соответствует плотности алюминиевых сплавов. Следовательно, в качестве пробойника для проведения натурных испытаний использовалась сфера из алюминиевого сплава 2017-Т4 (плотность 2,78 г/см^3).

Из каталога натурных испытаний Центра технологии гиперскоростного удара (США) выбран эксперимент под номером HITF-08263, который наиболее близок по скорости взаимодействия пробойника (6,52 км/с) к скорости пробойника вычислительного эксперимента (8 км/с). Лицевая и задняя панели защитной конструкции выполнены из листов алюминиевого сплава 6061-Т6, имеющих толщину 0,254 мм и 0,508 мм соответственно. Промежуток между панелями заполнен пеноалюминием пористостью 40 ppi, относительная плотность которого около 7 %.

Схема натурного эксперимента и соответствующая ей расчётная модель, разработанная в пакете ANSYS/ LS-DYNA, показаны на рисунке 7.

Основные параметры материалов модели Джонсона – Кука и уравнения состояния Ми – Грюнайзена [9], используемые в расчётной модели, сведены в таблицу 2.

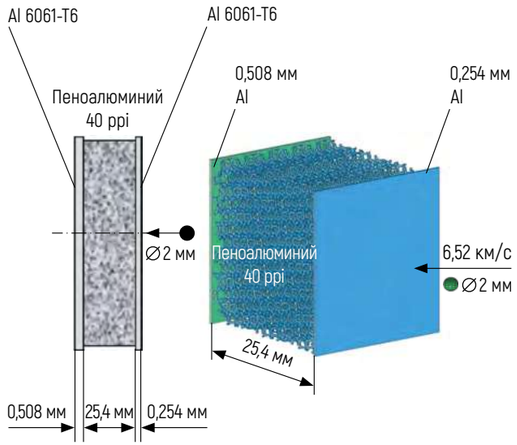
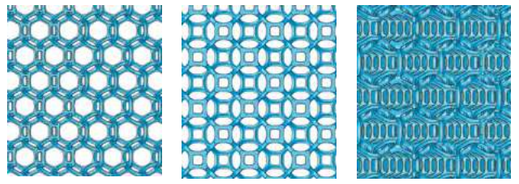


Рисунок 7 – Схема и модель эксперимента пробития защитной панели HITF-08263

Таблица 2 – Параметры материалов модели Джонсона – Кука и уравнения состояния Ми – Грюнайзена

Параметр, единица измерения	Алюминиевый сплав 2017-Т4	Алюминиевый сплав 6061-Т6
Модель Джонсона – Кука		
Плотность, кг/м^3	2780	2703
Коэффициент Пуассона	0,33	0,33
Модуль упругости, МПа	73 100	70 000
Предел текучести, МПа	369	324
Модуль деформационного упрочнения, МПа	684	114
Показатель деформационного упрочнения	0,73	0,42
Коэффициент, учитывающий скорость деформации	0,0083	0,002
Параметр накопления разрушений 1	9	9
Параметры накопления разрушений 2–5	0	0
Уравнение состояния Ми – Грюнайзена		
Коэффициент наклона кривой C	5328	5240
Коэффициент наклона кривой S_1	1,338	1,4
Коэффициент γ	2	1,97

В процессе выполнения численных экспериментов отмечено существенное значение расположения модели пеноматериала относительно направления движения пробойника. При построении массива ячеек формируется упорядоченная вдоль осей копирования элементов структура пеноматериала, что необходимо учитывать при моделировании. Так, при перемещении пробойника по нормали к шестиугольной грани тетракаидекаэдра (рисунок 8а) в модели возникают области (тоннели), в пределах которых фрагменты пробойника и разрушенного пеноалюминия могут беспрепятственно достигать задней стенки защитной конструкции, а фрагменты, движущиеся под небольшим углом к нормали грани, отражаясь от волокон ячеек, возвращаются в тоннель. Подобная ситуация, но в меньшей мере наблюдается при расположении квадратной грани тетракаидекаэдра по нормали к направлению движения (рисунок 8б). Как видно из рисунка 1, расположение волокон ячеек реального пеноматериала произвольно, поэтому модель следует повернуть на угол, при котором не будет просветов в структуре (рисунок 8в).

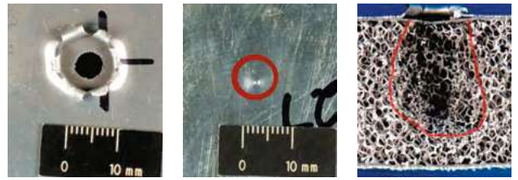


а) б) в)

Рисунок 8 – Расположение ячеек модели пеноалюминия относительно направления движения пробойника:
а – размещены вдоль; б – повёрнуты на 90°;
в – повёрнуты на угол,
исключающий просветы в структуре

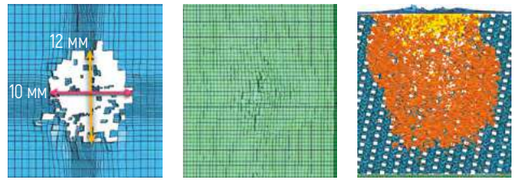
Верификация модели выполняется путём сравнения результатов натурного эксперимента и численного моделирования. При натурном эксперименте пробита лицевая панель, а разрушение пеноалюминия составляет около 80 % по толщине материала (рисунок 9). Задняя стенка имеет выпуклости и пробой размером меньше 1 мм.

На рисунке 10 представлены результаты моделирования: передняя панель пробита, а размер отверстия в 5–6 раз превышает размер пробойника; задняя стенка защитной конструкции осталась практически невредимой, отмечаются лишь отдельные вмятины и выпуклости.



а) б) в)

Рисунок 9 – Результаты натурного эксперимента пробития защитной панели HITF-08263:
а – передняя стенка; б – задняя стенка; в – пеноалюминий



а) б) в)

Рисунок 10 – Результаты вычислительного эксперимента пробития защитной панели:
а – передняя стенка; б – задняя стенка; в – пеноалюминий

Как видно из рисунков 9 и 10, результаты численного моделирования и натурного эксперимента согласуются, что указывает на адекватность разработанной модели и возможность её применения для дальнейшего исследования защитного экрана корпуса ОТС.

Описание модели защиты корпуса ОТС от метеороидов размером 5 мм

Для того чтобы снизить массу защитных экранов, в качестве внешнего слоя часто используется металлическая сетка. Примером может служить защита функционального грузового блока Международной космической станции [10].

В [11] изучены различные варианты сеточных противометеорных экранов. На основании проведённых вычислений и натурных экспериментов исследователями отмечено существенное улучшение защитных свойств сеточных экранов, отличающихся каскадным расположением гофрированных сеток, по сравнению с обычными сетками такой же массы. Исходя из представленных в [11] выводов, в конструкцию защиты, описанной в [2],

внесены изменения. В качестве барьера для разрабатываемой противометеороидной защиты предложено задействовать два ряда гофрированной (угол 45°) сетки с разной величиной ячейки. Первый слой защиты – крупная сетка (шаг 1,8 мм, просвет 1 мм, диаметр проволоки 0,8 мм); второй слой барьерной защиты – мелкая сетка (шаг 0,9 мм, просвет 0,4 мм, диаметр проволоки 0,5 мм). Высота гофры составляет 5 мм.

Расчёты проводились с помощью программного комплекса ANSYS/LS-DYNA. Ввиду наличия в модели больших деформаций и разрушений выбран бессеточный метод расчёта, основной задачей которого является решение интегральных уравнений или уравнений в частных производных без использования привязки к узлам КЭ сетки. Наиболее популярные методы расчёта высокоскоростного соударения с разрушением – метод сглаженных частиц (Smoothed Particle Hydrodynamics – SPH) [12] и метод сглаженных частиц Галёркина (Smoothed Particle Galerkin – SPG) [13]. Последний метод разработан позже, успешно применяется для моделирования разрушения пластичных и малопластичных материалов, а также позволяет справиться с проблемами нестабильности при растяжении, которые присущи методу SPH [14]. Однако, как показал опыт решения задач защиты от метеороидов [15, 16], метод SPG менее точный, чем конечно-элементное моделирование методом Лагранжа совместно с методом SPH.

Таким образом, для моделирования защиты корпуса ОТС от метеороидов авторами настоящего исследования выбраны методы Лагранжа и SPH. Для описания поведения материалов взята модель Джонсона – Кука с уравнением состояния Ми – Грюнайзена. Средний размер КЭ сетки модели пеноалюминия составляет 0,12 мм. Использование метода SPH, особенно при мелком разбиении на элементы, требует значительных вычислительных затрат, поэтому для повышения эффективности расчёта в модели применяются две плоскости симметрии (*XY* и *YZ*). Общий вид расчётной модели защитного экрана (с включённым отображением симметрии) показан на рисунке 11.

Толщина передней пластины, выполненной из алюминиевого сплава 6061-T6, составляет 1 мм, толщина задней стенки – 2 мм. В качестве основного энергопоглощающего материала принят слой пеноалюминия пористостью 40 ppi толщиной 45 мм.

Результаты численного моделирования защиты корпуса ОТС

Результаты моделирования пробития противометеороидной защиты корпуса ОТС сферой, имеющей диаметр 5 мм и начальную скоростью 8 км/с, показаны на рисунках 12–15. Для наглядности разрушенные в процессе расчёта элементы пеноалюминия возвращены в модель и отмечены коричневым цветом (рисунок 12).

При попадании сферического пробойника ширина зоны разрушения пенопанели в широкой её части примерно в четыре раза больше размера пробойника (рисунок 12). Пеноматериал разрушен более чем на 90 % вдоль направления движения метеороида. Размер отверстия в модели передней стенки составляет в разных проекциях 28,9 мм и 50,3 мм (рисунок 13). Этот показатель может быть меньше при детальном разбиении модели панели на КЭ.

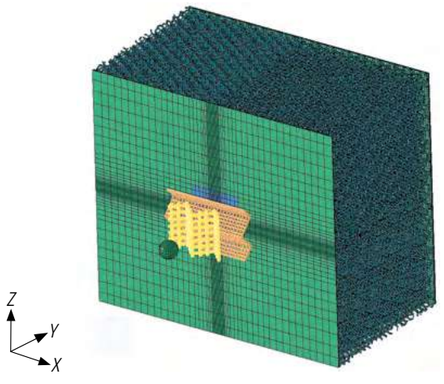


Рисунок 11 – Расчётная модель защитной конструкции корпуса ОТС

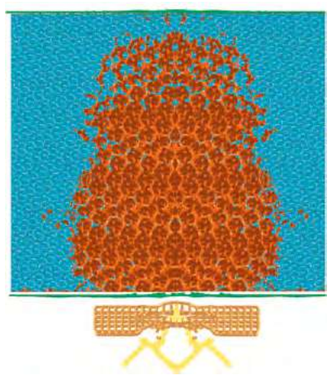


Рисунок 12 – Результаты моделирования защитной конструкции корпуса ОТС от метеороида размером 5 мм

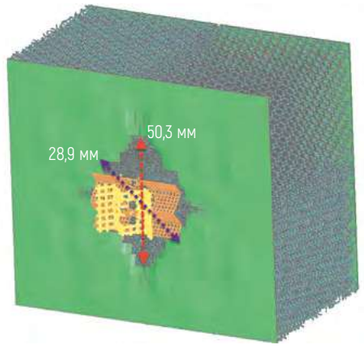


Рисунок 13 – Разрушение передней панели защитной конструкции

На рисунке 14 представлен момент пробития алюминиевой сферой двух рядов гофрированной сетки. Второй ряд имеет большие повреждения, чем первый. Объясняется это тем, что в процессе прохождения первого ряда сетки алюминиевая сфера деформируется и увеличивается в диаметре.

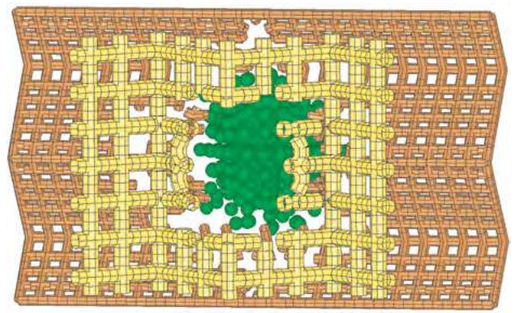


Рисунок 14 – Разрушение сеточного барьера защитной конструкции

На рисунке 15 показан график изменения скорости алюминиевой сферы при прохождении противометеороидной защиты, где можно заметить неравномерное снижение скорости. Уменьшение с 8 до 7 км/с фиксируется при прохождении пробойником первого сеточного заграждения (рисунок 15, зона I). Падение скорости продолжается при прохождении второго сеточного заграждения (рисунок 15, зона II). Затем пробойник попадает в наружный лист алюминия (рисунок 15, зона III). Далее наблюдается постепенное снижение скорости пробойника при преодолении слоя пеноалюминия (рисунок 15, зона IV). Весь процесс проследования метеороида через защитный экран до полной остановки занимает 22 мкс.

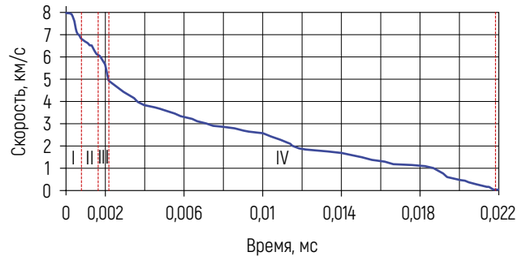


Рисунок 15 – График скорости пробойника при прохождении защитной конструкции

Основная масса осколков, образовавшихся в процессе разрушения защитной конструкции, останавливается пеноалюминием (рисунок 12). Однако отдельные фрагменты разрушенных частей защиты достигают задней стенки, которая деформируется, но не разрушается, поскольку скорость и масса частиц недостаточны (рисунок 16).

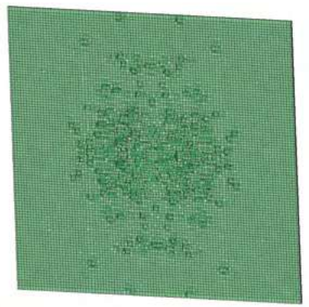


Рисунок 16 – Повреждение задней панели защитной конструкции

Заключение

В данной работе представлены результаты численного моделирования защиты корпуса ОТС от метеороидов размером 5 мм. В качестве основного энергопоглощающего

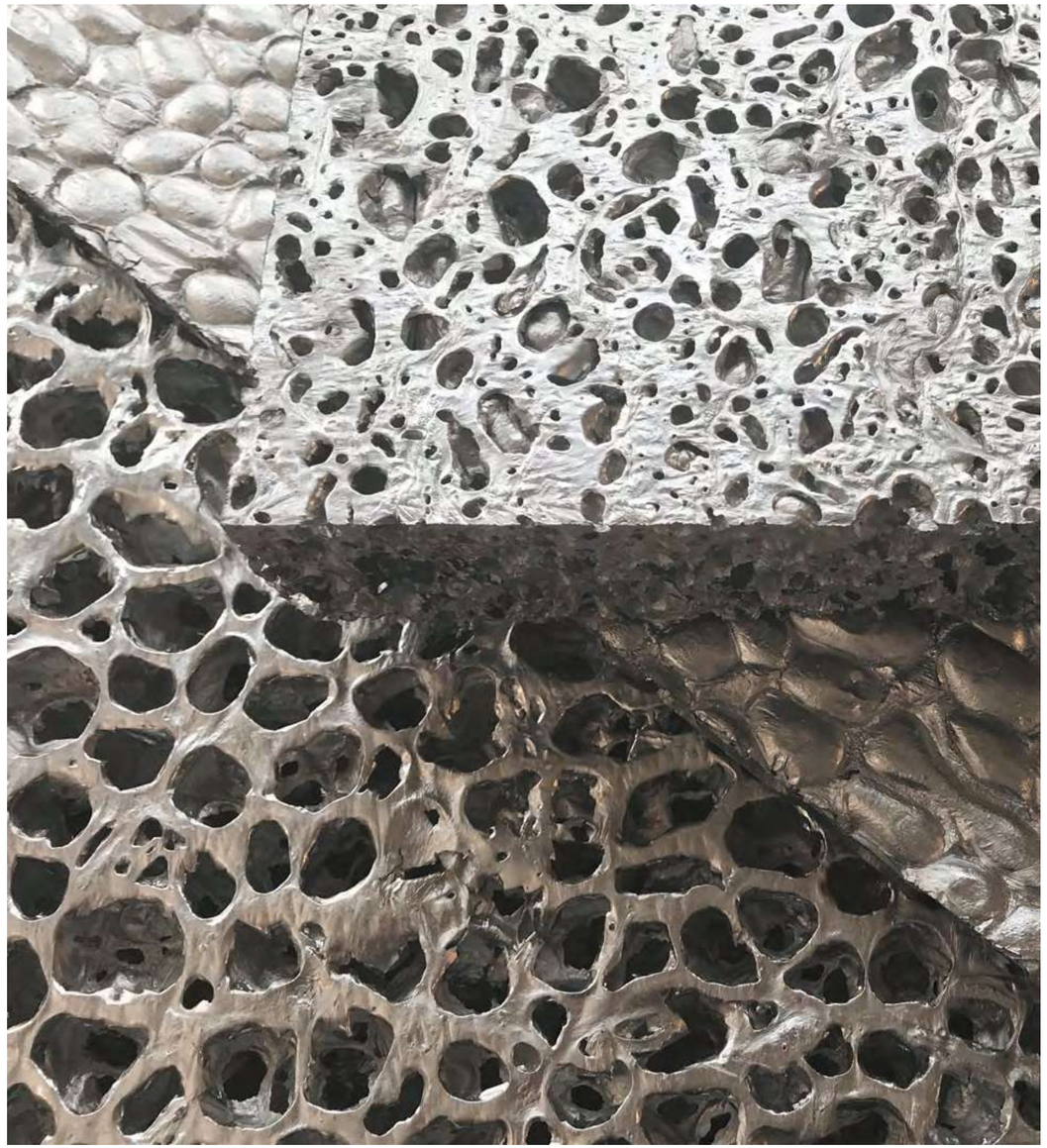
материала взят пеноалюминий пористостью 40 ppi, модель которого выполнена с повышенным уровнем детализации структуры на базе ячеек Кельвина. Моделирование проведено при совместном применении метода SPH и конечно-элементного метода Лагранжа. Результаты эксперимента, выполненного в программе ANSYS/LS-DYNA, показали, что за счёт использования в качестве внешнего барьера двух рядов гофрированной металлической сетки, имеющей разный размер ячейки, суммарная толщина метеороидной защиты может быть уменьшена на 5 мм по сравнению с моделью, предложенной в [2].

Помимо улучшенных защитных свойств гофрированные сетки достаточно технологичны с точки зрения изготовления и монтажа. Кроме того, подобная конструкция отличается оптимальной жёсткостью, необходимой для удержания формы и возможности крепления к корпусу ОТС. Заполнение пространства гофр пеной и наличие ограничивающих поверхностей позволяют минимизировать выброс в окружающую среду фрагментов и осколков, образовавшихся при соударении, что может минимизировать загрязнение околоземного космического пространства.

В качестве перспективного направления дальнейшей работы по улучшению защиты корпуса ОТС от воздействия метеороидов авторы рассматривают применение многослойных разнесённых преград, выполненных из параарамидных плетёных волокон.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
2. *Юницкий, А.Э. Защита общепланетарного транспортного средства от метеороидов и космического мусора / А.Э. Юницкий, С.А. Пронкевич, В.А. Овсянко // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 205–211.*
3. *Veale, P.J. Investigation of the Behavior of Open Cell Aluminum Foam [Electronic resource] / P.J. Veale. – Mode of access: https://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1527&context=theses. – Date of access: 14.07.2023.*
4. *Мухамедиев, Ш.А. Эмульсии и пены: строение, получение и устойчивость / Ш.А. Мухамедиев, В.А. Васькина // Масла и жиры. – 2008. – № 10. – С. 22–26.*
5. *Прогнозирование физико-механических свойств ВПЯМ на основе структурного моделирования / Л.Д. Сиротенко [и др.] // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2010. – Т. 12, № 1. – С. 17–29.*
6. *Hypervelocity Impact Performance of Open Cell Foam Core Sandwich Panel Structures [Electronic resource] / S. Ryan [et al.]. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/292756529_Hypervelocity_impact_performance_of_open_cell_foam_core_sandwich_panel_structures. – Date of access: 14.07.2023.*
7. *Додд, Р.Т. Метеориты. Петрология и геохимия / Р.Т. Додд; пер. с англ. М.И. Петаева, А.А. Ульянова. – М.: Мир, 1986. – 384 с.*
8. *Взаимосвязь состава, структуры и механических свойств H5 хондритов на примере NWA 12370 и Pultusk / Воропаев В.А. [и др.] // Астрономический вестник. – 2021. – Т. 55, № 5. – С. 412–426.*
9. *Aslebagh, R. Hypervelocity Impact on Satellite Sandwich Structures: Development of Simulation Model and Investigation of Projectile Shape and Honeycomb Core Effects [Electronic resource] / R. Aslebagh. – Mode of access: https://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=9594&context=etd. – Date of access: 14.07.2023.*
10. *Тестирование прототипа защиты космического аппарата от метеороидов и частиц орбитального мусора / Л.Н. Безруков [и др.] // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2014. – № 4. – С. 646–662.*
11. *Экспериментальное исследование стойкости гофрированных сеточных противометеорных экранов / Д.Б. Добрица [и др.] // Вестник НПО им. С.А. Лавочника. – 2021. – № 1 (51). – С. 24–32.*
12. *He, Q.-G. Finite Elements-Smoothed Particle Hydrodynamics Adaptive Method in Simulation Debris Cloud / Q.-G. He, X. Chen, J.-F. Chen // Acta Astronautica. – 2020. – Vol. 175. – P. 99–117.*
13. *Wu, Y. Parametric and Convergence Studies of the Smoothed Particle Galerkin (SPG) Method in Semi-Brittle and Ductile Material Failure Analyses [Electronic resource] / Y. Wu, C.T. Wu, W. Hu. – Mode of access: https://76a9305a-74cf-458e-a064-09a42b4305e9.filesusr.com/ugd/157719_ef08fdf50b964ce581cdf3c7be6ee12d.pdf. – Date of access: 14.07.2023.*
14. *Smoothed Particle Galerkin Method with a Momentum-Consistent Smoothing Algorithm for Coupled Thermal-Structural Analysis [Electronic resource] / X. Pan [et al.]. – Mode of access: https://76a9305a-74cf-458e-a064-09a42b4305e9.filesusr.com/ugd/157719_3c0fa3b6630b4a9caadf36fff25008ee.pdf. – Date of access: 14.07.2023.*
15. *NASA ACC Hight Energy Dynamics Impact Methodology and Outcomes [Electronic resource] / K.J. Hunziker [et al.]. – Mode of access: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20180004407/downloads/20180004407.pdf. – Date of access: 14.07.2023.*
16. *Study on Numerical Simulation Methods for Hypervelocity Impact on Large-Scale Complex Spacecraft Structures / Y. Zhang [et al.] // Aerospace. – 2022. – Vol. 9 (1), iss. 12. – P. 1–42.*



УДК 661.961

Использование водородосодержащих веществ для доставки строительных материалов на околоземную орбиту

А.А. Боровик[1]
кандидат технических наук

В.Н. Гаранин[2]
кандидат технических наук

[1] Белорусский государственный экономический университет, г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Беларусь

Проведён анализ возможностей использования наиболее распространённых на Земле водородосодержащих веществ для доставки основных строительных материалов в космос. Особое внимание уделено механизму получения энергии из сырья для его транспортировки и последующего применения в строительстве на околоземной орбите. В частности, изучены возможности задействования вторичных продуктов производства водорода для создания крупных объектов в космическом пространстве. Оценка энергетической составляющей не осуществлялась, что указывает на первый этап предлагаемых исследований в области логистики доставки строительных материалов с Земли на орбиту.

Ключевые слова:
азот, аммиак, вода, водород, кислород, способ получения, строительство, транспортировка, углерод, условия космоса, хранение.

UDC 661.961

The Use of Hydrogen-Containing Substances for the Delivery of Building Materials to Near-Earth Orbit

A. Borovik[1]
Ph.D. in Technical Sciences

V. Garanin[2]
Ph.D. in Technical Sciences

[1] Belarus State Economic University, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

There is an analysis of the possibilities of using the most common hydrogen-containing substances for the delivery of basic building materials to space. Special attention is paid to the mechanism for obtaining energy from the raw materials being transported and intended for construction in near-Earth orbit. In particular, there is a study of the possibilities of using secondary substances of hydrogen production to built large objects in outer space. The energy component has not been assessed, that indicates the first phase of the proposed research in the logistics relevant to the delivery of building materials from Earth to orbit.

Keywords:
ammonia, carbon, construction, hydrogen, method of production, nitrogen, oxygen, space conditions, storage, transportation, water.

Введение

Возведение и эксплуатация крупных объектов в околоземном пространстве, например космического индустриального ожерелья «Орбита» (КИО «Орбита») [1], в перспективе потребуют использования большого количества строительных материалов. Поскольку в настоящее время не представляется возможным предположить, что их будут добывать на астероидах или других космических объектах, такие материалы в основном планируется доставлять с Земли. Это потребует значительных ресурсов и повлечёт дополнительную нагрузку на окружающую среду ввиду необходимости создания части производств на нашей планете.

Получение в космосе конечных материалов для строительства из имеющихся на Земле «полуфабрикатов» (в качестве таковых рассматриваются природный газ и вода) позволит снизить вредное воздействие на природу, а также уменьшить затраты на возведение объектов за счёт использования космических условий производства (вакуум и энергия Солнца). Более того, в настоящее время уже проводятся работы по созданию космических верфей на околоземной орбите [2].

Особенности доставки строительных материалов в космос с Земли

Основная идея исследования – обоснование создания условий не только для доставки сырья, необходимого при строительстве космических объектов, но и для его использования при выполнении работы по доставке. Для реализации данной цели лучше всего подходят материалы, получаемые с выделением энергии, которую можно потратить на их подъём в космос. В первую очередь следует обратить внимание на такие вещества, как углерод, широко задействованный на Земле в качестве основного элемента в строительных материалах (нанотрубки, стали, материалы полимерного типа) [3], и водород как источник энергии (водородная энергетика). Схема получения строительных материалов в космосе представлена на рисунке 1.

Оценка возможностей Земли и космоса показывает, что сегодня на нашей планете имеются большие запасы различных оксидов металлов, метана (CH_4) и воды (H_2O), которые можно применять в качестве сырья для получения, например, сталей, стекла и синтетических материалов на основе углерода. В космосе, в свою очередь, имеются большие запасы энергии Солнца и уникальные условия вакуума, которые можно использовать для создания строительных материалов непосредственно на космических объектах.

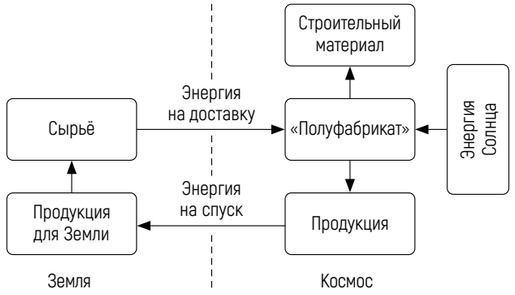


Рисунок 1 – Схема получения строительных материалов в космосе

Широко применяются в строительстве стали, состоящие в основном из железа и углерода, а также из незначительного количества легирующих элементов. Для доставки в космос железа (Fe) предлагается использовать его оксиды (Fe_2O_3), а на орбите или на Земле (требует дополнительной экономической проработки) проводить следующие химические реакции:

$$Fe_2O_3 + 3H_2 \xrightarrow{\text{Температура}} 2Fe + 3H_2O, \quad (1)$$

$$Fe_2O_3 + 2Al \xrightarrow{\text{Температура}} 2Fe + Al_2O_3. \quad (2)$$

На их основании можно дополнительно получить такой строительный материал, как глинозём.

С целью определения возможности реализации процессов, представленных на рисунке 1, рассмотрим варианты применения упомянутого выше сырья с точки зрения химических реакций, где в первую очередь видится проблема использования и хранения водорода как вещества, которое в наибольшей степени участвует в энергообмене при доставке строительных материалов. Для этого необходимо оценить существующие технологии получения и транспортировки водорода на Земле в отношении его применения на орбите для удовлетворения потребности в материалах и энергии при строительстве и эксплуатации космических объектов.

Распространённые водородосодержащие материалы на Земле

К самым распространённым природным водородосодержащим материалам на Земле следует отнести воду (H_2O) и природный газ (CH_4), где энергия запасена в виде химических связей с H_2. Свободный (молекулярный) водород на нашей планете практически отсутствует. Незначительное количество этого газа имеется в верхних слоях атмосферы, где он образуется преимущественно при распаде паровых молекул воды вследствие поглощения ими излучения Солнца. В большом количестве водород находится на Земле в химически связанном виде. Основное его соединение – вода океанов, морей, озёр, ледников, рек и др. Кроме того, элементарный водород присутствует в виде ионов в различных кислотах, а также в виде атомов в органических соединениях с ковалентными связями (природный газ, нефть, нефтепродукты, спирты, эфиры, белки, углеводы, жиры и др.).

Свободный водород применяется как промежуточный продукт:

- при производстве аммиака, азотной кислоты, азотных и комплексных удобрений, взрывчатых веществ;
- в процессах гидрокрекинга нефтепродуктов, гидрирования (например, непредельных жиров при производстве маргарина);
- в различных малотоннажных наукоёмких отраслях промышленности – электронной, электротехнической, стекольной, фармацевтической, пищевой;
- в биотехнологиях;
- в выплавке металлов и сплавов высокой чистоты;
- в синтезе химически высокоактивных веществ и др.

Однако как энергоноситель молекулярный водород для производства энергии используется достаточно редко (например, в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) и водородных горелках, в электрохимических топливных элементах). Основная причина ограниченного применения первичного водорода заключается в том, что его практически нет в чистом свободном состоянии, поэтому H_2 получают с затратами энергии или сырья (или и того и другого).

В природе молекулярный водород существует прежде всего как часть природного газа (в зависимости от сорта газа содержание данного вещества варьируется от долей процента до нескольких процентов) и, как правило, сжигается вместе с другими составляющими газа. Вместе с тем во многих странах строятся и эксплуатируются газоперерабатывающие заводы (например, Амурский ГПЗ в России), где природный газ разделяют на компоненты, в том числе и с получением молекулярного водорода.

Таким образом, свободный H_2 в промышленности имеет широкое распространение в качестве технологического сырья. При этом существуют серьёзные трудности с его получением, транспортировкой и хранением, что является главным фактором ограниченности применения.

На сегодняшний день определены перспективы получения и использования H_2 как вторичного энергоносителя (например, в водородных аккумуляторах избыточной электрической энергии, а также как топлива в различных ДВС, не требующих массивных и дорогих топливных элементов в отличие от электрических аккумуляторов). Однако полностью перейти на водородную энергетику не представляется возможным из-за наличия на Земле природных способов накопления энергии, прежде всего – фотосинтеза в зелёных растениях, где задействуются углерод и кислород:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{Энергия света}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2. \quad (3)$$

Кроме того, не существует серьёзных оснований для превалирующего использования водорода как конечного источника энергии ввиду перспектив развития ядерной, солнечной, ветровой, гидравлической и термальной энергетики с выходом в конце энергетической цепочки на электрическую энергию, что на Земле считается более удобным и предпочтительным [4]. Это объясняется, прежде всего, значительным снижением общего КПД энергетических цепочек с водородом по сравнению с цепочками, применяющими другие первичные энергоносители.

Основной процесс получения энергии (Q) при использовании H_2 как энергоносителя описывается известной обобщённой химической реакцией [5]:

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O + Q. \quad (4)$$

Главное достоинство этого процесса – его экологичность, поскольку исходные вещества и продукты реакции являются экологически чистыми при условии использования в качестве окислителя чистого кислорода (в реакции с воздухом образуется некоторое количество весьма токсичных оксидов азота (NO_2, NO) и иных вредных веществ из-за присутствия других газов, пыли, органических соединений). Кроме того, водород обладает высокой теплотворной способностью на единицу массы. Его удельная теплота сгорания равна 141 МДж/кг (для сравнения: у метана данный показатель составляет 50,2 МДж/кг, а у других видов топлива ещё меньше). По этой причине имеются широкие перспективы использования водорода как вторичного энергоносителя для накопления большого количества энергии при относительно незначительной задействованной массе.

Особенно рационально применять для получения H_2 энергию, которая оказывается лишней в результате какого-либо процесса и которую нельзя просто и дёшево сохранить, что и предлагается учитывать во время подъёма водородосодержащих материалов на околоземную орбиту. Общеизвестно, что генерируемая электрическая энергия потребляется в основном сразу после её производства на электростанциях, а эксплуатация огромного парка аккумуляторов, запасающих избыточную энергию (например, генерируемую ночью на АЭС и не востребованную потребителями), экономически затратна и технологически сложна. В космических условиях, где объёмы в меньшей степени влияют на выбор способа транспортировки и хранения энергии, водород по сравнению с другими газами (например, метаном) является более перспективным веществом.

Свободный H_2 получают разными способами, где важное значение имеют кислород и водород [6].

1. Электрохимическое разложение воды с использованием электрической энергии, что возможно при применении катализаторов. При данном способе протекает электрохимическая реакция, записываемая обобщённым уравнением:

$$2H_2O \xrightarrow{\text{Электрический ток}} 2H_2 + O_2. \quad (5)$$

Существует много вариантов технического исполнения такого технологического процесса. В большинстве случаев используются электролизеры – бассейны с электролитами (водные растворы кислот или щелочей), в которые погружены анод и катод под электрическим напряжением. Имеются схемы с полусухими электролитами.

2. Тепловые химические реакции при высоких температурах, нередко в присутствии специальных катализаторов. Теоретически возможно термическое разложение воды по реакции:

$$2H_2O \xrightarrow{\text{Температура, катализатор}} 2H_2 + O_2. \quad (6)$$

Данный процесс требует специальных катализаторов и высоких температур, причём энергетическая эффективность его достаточно низкая, поэтому на практике такая технология на Земле используется редко.

3. Паровая обработка угля, реализуемая в специальных газогенераторах, в которых над раскалённым добела слоем кокса (уголь, нагреваемый без доступа кислорода) пропускают водяной пар. При этом из-за высокой температуры атомы водорода в воде замещаются на атомы углерода под действием протекающей реакции:

$$C + H_2O = CO + H_2. \quad (7)$$

Смесь угарного газа и водорода разделяют, а иногда используют как топливо, без разделения, что не является рациональным по причине выброса в атмосферу диоксида углерода (CO_2), который можно исключить в условиях космоса и применить для получения углерода путём реализации эндотермической реакции:

$$CO_2 \xrightarrow{\text{Температура}} C + O_2. \quad (8)$$

4. Паровая конверсия метана [7]. Указанный процесс происходит при высокой температуре (около 1000 °C). При этом осуществляется взаимодействие метана с водяным паром, углекислым газом или смесью водяного пара и углекислого газа в присутствии катализатора на основе никеля с добавками оксидов магния, алюминия и других металлов:

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow{\text{Температура, катализатор}} 3H_2 + CO. \quad (9)$$

Протекает основная реакция риформинга по схеме, представленной на рисунке 2.

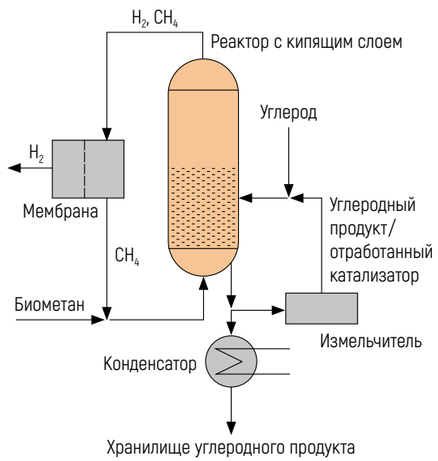


Рисунок 2 – Схема пиролиза метана с углеродным катализатором

Образующуюся смесь водорода и угарного газа нужно затем дополнительно обрабатывать водяным паром, что позволяет превратить токсичный угарный газ в относительно безвредный углекислый газ и увеличить выход водорода:

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2. \quad (10)$$

Стадии и оборудование паровой конверсии:

1) гидрирование сырья на кобальт-молибденовом катализаторе в трубчатом аппарате и поглощение сероводорода;

2) предварительный риформинг;

3) конвекционный риформинг в трубах печи специальной конструкции, заполненных никелевым катализатором, который нанесён на алюминиевую подложку. Тепло, необходимое для процесса, подаётся через стенки труб, нагретых снаружи путём сжигания другой части природного газа;

4) конверсия выделившегося CO в CO_2 в трубчатом аппарате, представленном на рисунке 2;

5) очистка продуктового водорода в блоке адсорберов короткоцикловой адсорбции.

С точки зрения энергетических затрат паровая обработка угля и паровая конверсия метана являются самыми низкозатратными технологиями (гораздо эффективнее, чем электролиз воды и водных электролитов). Однако в этих процессах присутствует углеродный след в виде углекислого газа, который желательно уловить и преобразовать в строительный материал (8) [3].

Указанная технология имеет основной недостаток – необходимость применения кислорода в химических реакциях. Вместе с тем уже существуют промышленные методики, когда под влиянием высоких температур и с использованием сплава висмута и никеля происходит реакция:

$$CH_4 \xrightarrow{\text{Температура, катализатор}} C + 2H_2. \quad (11)$$

Выход свободного молекулярного H_2 в такой схеме почти вдвое меньше, чем при паровой конверсии метана. При этом отсутствует парниковый след в виде газообразного CO_2, а твёрдый углерод можно относительно просто отделить от водорода и применить в других производствах, например при получении углепластиков, углеродного волокна, графенов, углеродных трубок и др. Причём данные материалы успешно используются при строительстве различных сооружений, в том числе и в космосе.

В то же время указанные технологии требуют затрат энергии, которая необходима для подъёма углерода в космос, и здесь выгодно рассматривать обычную реакцию горения метана с образованием воды и углекислого газа (его в космических условиях лучше разделять на углерод и кислород):

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + Q. \quad (12)$$

Таким образом, при получении свободного водорода кроме затрат энергии (её можно взять в космосе) образуются вещества, которые участвуют в синтезе углеродосодержащих материалов (углепластик, графены, углеродное волокно, стали и др.) для последующего их применения в условиях космоса.

Существующие технологии транспортировки и хранения водорода

Указанные выше химические реакции проходят с образованием таких веществ, как водород, кислород и углерод, которые имеют свои особенности транспортировки и хранения. Рассмотрим водород по причине наличия особых проблем в данном отношении.

На сегодняшний день молекулярный H_2 накапливают, хранят и транспортируют в газообразном или жидком виде. Плотность жидкого водорода (ЖВ): 70 кг/м^3; точка замерзания: 14,01 K (–259,14 °C); точка кипения: 20,28 K (–252,87 °C). Очевидно, что плотность ЖВ значительно выше, чем молекулярного в газообразном состоянии (при давлении 1 атм и температуре 0 °C равна 0,09 кг/м^3). Следовательно, с точки зрения компактного хранения и использования ЖВ значительно предпочтительнее газообразного.

ЖВ – это бесцветная жидкость без запаха, которая при смешивании с воздухом становится взрывоопасным веществом (коэффициент воспламенения 4–75 %). ЖВ требует криогенной технологии хранения, включающей специальные теплоизолированные ёмкости и трубопроводы, с которыми необходимо особое обращение, что характерно для всех криогенных технологий. ЖВ близок в этом отношении к жидкому кислороду, но предполагает большую осторожность из-за пожароопасности. Даже в случае применения ёмкостей с тепловой изоляцией вещество тяжело содержать при низкой температуре, нужной для его сохранения в жидком состоянии (обычно оно испаряется со скоростью до 1 % в день [7]). ЖВ при атмосферном давлении имеет узкий температурный показатель стабильности – всего 7 °C, что создаёт определённые трудности при его хранении.

Несмотря на все минусы, ЖВ является распространённым компонентом топлива, которое используется для реактивного ускорения ракет-носителей и космических аппаратов. Вследствие сравнительно низкой плотности и высокой удельной теплоты сгорания масса данного вещества в ракете относительно невелика, поэтому масса транспортируемой в космос полезной нагрузки выше, чем в ракетах, работающих на других видах топлива.

В большинстве жидкостных ракетных двигателей водород перед его смешиванием с окислителем и сжиганием для получения тяги применяется для регенеративного охлаждения сопла и других частей двигателя. Таким образом, несомненно ещё одно достоинство ЖВ – он может служить как охлаждающий теплоноситель (в качестве хладагента задействуется не только в ракетной технике [8]). Современные двигатели на компонентах H_2/O_2 потребляют переобогащённую водородом топливную смесь, что приводит к некоторому количеству несгоревшего H_2 в выхлопе. Кроме того что увеличивается удельный импульс двигателя за счёт уменьшения молекулярного веса реактивной струи, использование ЖВ также сокращает эрозию сопла и камеры сгорания.

Однако в других областях необходимость создания криогенных условий хранения и малая плотность ЖВ – сдерживающие факторы для его применения. Только к 2009 г. удалось сделать ракету-носитель («Дельта-4»), которая целиком является водородной. На сегодняшний день ЖВ используется либо на верхних ступенях ракет, либо на разгонных блоках, которые значительную часть работы по выводу полезной нагрузки в космос выполняют в вакууме, что указывает на преимущества применения вещества в космосе по сравнению с атмосферой Земли. В качестве одной из мер по увеличению плотности этого вида топлива существуют предложения задействовать шугообразный водород, т. е. полузамёрзшую форму ЖВ.

Повышения плотности, а значит, и компактности также можно добиться сжатием и охлаждением молекулярного газообразного водорода. К тому же он не требует никакой криогенной техники и технологии. Именно поэтому большинство земных ДВС и газовых турбин функционируют на сжатом газообразном водороде и его смеси с другими горючими газами.

На Земле для хранения газообразного водорода чаще всего задействуют соляные пещеры – в них он почти не загрязняется примесями и не теряется. Ведутся исследования по разработке технологии хранения H_2 с использованием металлогидридов [9]. Второй естественный резервуар для водорода – истощённые пласты залежей природного газа или нефти и водоносные горизонты. Они объёмнее соляных пещер, но водород в них сильнее загрязняется, вступая в реакцию с горной породой, микроорганизмами, жидкостями.

Сжатый водород (при давлении 700 бар, т. е. приблизительно 690 атм) имеет только 15 % плотности энергии (количество энергии на единицу объёма) бензина, значит, для хранения эквивалентного количества топлива (например, на водородной заправке) нужно в семь раз больше места. По этой причине водород для транспортировки и хранения смешивают с аммиаком (NH_3), у которого плотность выше, а места для такой смеси требуется меньше, что позволяет транспортировать значительное количество вещества без увеличения объёма хранилища. Однако на конверсию и реконверсию нужны дополнительные затраты. В свою очередь, аммиак можно произвести, используя реакцию:

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{\text{Температура, катализатор}} 2NH_3. \qquad (13)$$

Таким образом, существенные затраты энергии идут на сжижение водорода и получение различных смесей. В циклах «компримирование – охлаждение» теряется около 25–35 % его массы. Такая же операция над природным газом требует только 10 % массы. Для частичного решения указанной проблемы водород смешивают с другими веществами для перевозки в жидком виде. Главные претенденты на роль «попутчиков» H_2, как упоминалось выше, – аммиак и жидкие органические носители водорода (например, метилциклогексан (C_7H_{14})). Для того чтобы смешать водород с аммиаком, нужно 7–18 % энергии из объёма поставки. Столько же H_2 теряется, когда он выделяется из этой смеси. Однако аммиак сжижается при температуре –33 °C и содержит в 1,7 раза больше водорода на кубометр, поэтому аммиачно-водородную смесь транспортировать дешевле, чем чистый H_2. Такой способ транспортировки уже широко применяется на практике [10]. Схожим образом водород можно включить в жидкий органический носитель. На конверсию и реконверсию при этом уходит 35–40 % H_2. Некоторые жидкие органические носители водорода могут быть негорючими, что делает перевозку безопаснее [11].

Ввиду широкого использования трубопроводной транспортировки природного газа данные магистрали являются перспективными и для перемещения водорода [12]. Однако далеко не все они подходят для его прокачки: трубы из низкопрочной стали теряют свою годность из-за контакта с H_2 (водородное охрупчивание). При его смешении с аммиаком или природным газом охрупчивание значительно снижается.

В некоторые страны H_2 доставляют морем. Пока танкеры для перевозки водорода массово не производят. Первое такое судно, получившее название Suiso Frontier, построила компания Kawasaki Heavy Industries, а спустили его на воду в декабре 2019 г. в г. Кобе (Япония) [13]. В марте 2020 г. на танкер установили резервуар объёмом 1250 м^3, в котором вещество можно перевозить в сжиженном состоянии.

Таким образом, представленная информация свидетельствует о том, что свободный водород рационально использовать сразу в местах его выработки из-за высоких затрат на транспортировку и трудностей хранения на Земле. В космосе данные процессы проще реализовать по причине наличия вакуума и сверхнизких температур (упрощаются конструкции ёмкостей для хранения H_2), что дополнительно подтверждает заключение об основном применении водорода в качестве источника энергии в космических условиях. Для повышения безопасности транспортировки следует предусматривать различные смеси H_2 с жидкостями, которые после переработки смогут обеспечить выделение свободного водорода с получением различного рода строительных материалов.

Перспективы космического использования водорода

На основании представленных данных предлагается схема переноса в космос основных веществ для строительства (рисунок 3), показывающая оборот элементов при доставке материалов с Земли на орбиту. Данный рисунок не отражает энергетические балансы, а демонстрирует лишь общие механизмы оборота веществ, среди которых следует выделить водород, способный на единицу массы накапливать значительное количество энергии.

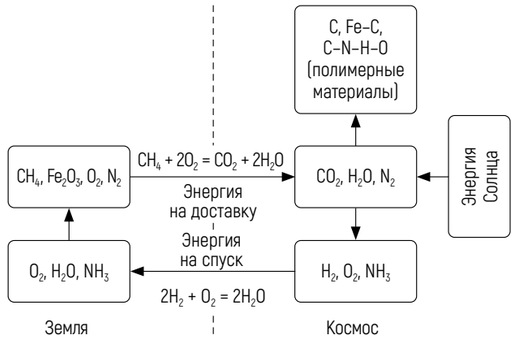


Рисунок 3 – Схема оборота основных материалов

Помимо применения при строительстве космических объектов сырья, находящегося на Земле, следует обратить внимание на уже имеющееся за её пределами.

Как известно, космос обладает большими запасами водорода и водородосодержащих веществ (в Солнечной системе, например, на Юпитере с его спутниками и Венере) [14]. Установлено, что в недрах Юпитера и его атмосферы сосредоточены огромные объёмы водорода, метана, аммиака, воды. В атмосфере Венеры находится масса воды, серной кислоты, аммиака. В космосе перемещаются кометы, а также наблюдаются выбросы солнечной материи, в которых много водорода. В этих случаях целесообразно организовать извлечение данного вещества из указанных объектов.

Исходя из вышесказанного, использование водорода видится в первую очередь следующим образом.

1. На Луне можно строить города, накрытые герметичными куполами, под которыми создана атмосфера, пригодная для жизни. Вещества под куполом циркулируют в режиме регенерации. Первичная энергия для этих городов – солнечные панели, сгруппированные в специальные станции, которые описаны в [15]. Основная используемая энергия – электрическая, её избытки направляются на получение H_2. Водород – это топливо для ДВС транспортных средств, перемещающихся по Луне вдали от зарядных электрических станций и ведущих строительство, добычу ископаемого сырья и др.

Данное вещество используется и в других технологиях, описанных выше. В холодной лунной атмосфере энергетически сжижать H_2 будет менее трудозатратно. Водородосодержащее и прочее сырьё возможно транспортировать с Земли, Юпитера, Венеры и др.

2. Применение ЖВ предполагает создание специальных мест на околоземных орбитальных станциях (например, КИО «Орбита») для его производства, накопления, хранения и заправки им межпланетных космических кораблей для пилотируемого и беспилотного исследования и освоения более дальнего космоса, прежде всего глубин Солнечной системы. С Земли на такую станцию в качестве полезного груза можно везти просто воду (не надо тратить энергию на получение H_2). Существует вариант транспортировки ЖВ с использованием водородно-кислородных двигателей, где и топливо, и груз – одно и то же, что позволяет удешевить данный процесс.

На околоземной станции многочисленные солнечные панели преобразуют солнечную энергию в процессе электрохимического разложения воды с получением водорода. Космический холод поможет дёшево сжижать H_2, которым заполнят объёмные резервуары, находящиеся

в тени солнечных панелей (чтобы не нагревались). Межпланетные корабли подходят к станции, заправляются ЖВ (масса заправленного корабля не менее чем на 95 % состоит из водорода; не более 5 % – двигатель, жилые и служебные помещения, аппаратура, системы и материалы жизнеобеспечения, экипаж и др.). Двигатель корабля – ядерно-плазменный. Ядерный реактор выделяет много энергии, которая идёт на нагрев H_2 до многих десятков тысяч градусов. Водород ионизируется до состояния плазмы, его ионы ускоряются мощными электромагнитными полями сверхпроводников двигателя, которые особенно эффективны в холодном космосе. Скорость истечения ионов водорода из сопла плазменного двигателя на порядок превышает скорость истечения продуктов сгорания обычных ракетных реактивных двигателей. Поэтому компактный плазменный двигатель создаёт колоссальную тягу, межпланетный корабль быстро разгоняется и на скорости в тысячи километров в секунду летит к цели. Время перелётов резко сокращается.

Следует отметить, что при функционировании космического транспорта желательно максимально избегать использования реактивной тяги, приводящей к потере веществ, в том числе ионизированного водорода. Законы сохранения импульса и энергии позволяют искать способы управления транспортными средствами в местах ускорения, замедления и маневрирования. Применение принципа, предполагающего, что ускорение одного тела приводит к замедлению другого, способствует выработке концепции беззатратного взаимодействия тел в космосе. Этот принцип, в частности, реализован в общепланетарном транспортном средстве [16], которое предусматривает поднятие грузов на околоземную орбиту без использования реактивной тяги.

Заключение

Чистый водород ввиду проблем с его транспортировкой и хранением, а также низкой удельной массы более перспективен к задействованию в космосе, чем на Земле. Использование H_2 в условиях нашей планеты можно рассматривать как часть основного применения в космическом пространстве.

С точки зрения аккумулирования энергии, получаемой при осуществлении различных химических процессов, эффективнее использовать вещество, которое имеется на Земле в основном в водородосодержащих материалах.

Чистый H_2 в качестве энергоносителя с целью повышения удельной ёмкости (на единицу объёма) запасаемой энергии лучше применять в жидком или шугообразном виде.

Хранение и транспортировку ЖВ легче обеспечить в космосе, так как в условиях вакуума менее энерго- и трудозатратно поддерживать сверхнизкие температуры. На Землю водород транспортировать на сегодняшний день лучше вместе с другими включающими его веществами, например аммиаком.

Производство H_2 из водородосодержащего сырья (природный газ, вода) может послужить основой для доставки в связанном виде материалов, которые необходимы при возведении КИО «Орбита».

Для транспортировки в космос сталей, чугуна и различных полимеров предлагается использовать природный газ и оксиды металлов, которые в больших количествах имеются на Земле.

Для дальнейшего промышленного освоения космоса перспективной видится отработка технологий применения вторичных продуктов, образующихся при получении молекулярного водорода. Указанные вещества планируется задействовать для производства материалов, которые затем можно использовать при сооружении различных космических объектов, в том числе КИО «Орбита».

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
2. *Новый этап в освоении дальнего космоса. Россия начала строить орбитальную космическую верфь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dzen.ru/a/YNneFDGapg1a2DFZ?utm_referer=www.google.com. – Дата доступа: 12.07.2023.*
3. *Руденков, А.С. Углеродные нанотрубки: классификация, особенности синтеза, методы исследования, области применения / А.С. Руденков, М.А. Ярмоленко // Проблемы физики, математики и техники. – 2019. – № 2 (39). – С. 7–14.*
4. *Солодова, Н.Л. Водород как перспективный энергоноситель. Современные методы получения водорода / Н.Л. Солодова, Р.Р. Минигулов, Е.А. Емельянычева // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – № 3. – С. 137–140.*
5. *Гельфанд, Б.Е. Водород: параметры горения и взрыва / Б.Е. Гельфанд, О.Е. Попов, Б.Б. Чайванов. – М.: Физматлит, 2008. – 288 с.*
6. *Производство водорода из органического сырья / М.Ф. Кротов [и др.] // Энергия: экономика, техника, экология. – 2011. – № 11. – С. 2–10.*
7. *Хранение водорода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1381. – Дата доступа: 12.07.2023.*
8. *Юницкий, А.Э. Обоснование возможности использования водорода в качестве хладагента в гиперскоростных транспортных средствах / А.Э. Юницкий, В.Н. Гаранин, В.В. Янчук // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 64–73.*
9. *Тарасов, Б.П. Проблема хранения водорода и перспективы использования гидридов для аккумулирования водорода / Б.П. Тарасов, М.В. Лотоцкий, В.А. Яртысь // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. – 2006. – Т. L, № 6. – С. 34–48.*
10. *Алексеева, О.К. Транспортировка водорода / О.К. Алексеева, С.И. Козлов, В.Н. Фатеев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 3 (21). – С. 18–24.*
11. *Hydrogenious LOHC Technologies [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.youtube.com/channel/UCgUkTg8YF9m_NfqWL_TvLJA. – Date of access: 12.05.2023.*
12. *Надёжность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: сб. тез. VIII междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 25–28 нояб. 2014 г. / УО «Полоц. гос. ун-т»; под общ. ред. В.К. Липского. – Новополоцк: ПГУ, 2014. – 168 с.*
13. *Kawasaki построила первый в мире танкер для перевозки водорода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neftegaz.ru/news/Suda-i-sudostroenie/681764-kawasaki-sozdala-pervyy-v-mire-tanker-dlya-perevozki-vodoroda/. – Дата доступа: 12.05.2023.*
14. *Basilevsky, A.T. The Surface of Venus / A.T. Basilevsky, J.W. Head // Reports on Progress in Physics. – 2003. – Vol. 66, No. 10. – P. 1699–1734.*
15. *Кожанова, Е.Р. Космические солнечные электростанции как элементы распределённой энергосистемы / Е.Р. Кожанова, Ш. Менян // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 233–247.*
16. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Минск: Беларус. навука, 2017. – 342 с.: ил.*

УДК 62-6

Возможность использования жидкого водорода одновременно в качестве хладагента и источника энергии для космических транспортных средств

А.Э. Юницкий[1,2]
доктор философии транспорта

В.Н. Гаранин[2]
кандидат технических наук

В.В. Янчук[2,3]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[3] Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

Представлены расчётные данные возможности использования водорода в качестве хладагента и источника энергии для космических транспортных средств, работающих на линиях космического индустриального ожерелья «Орбита» (КИО «Орбита»). Этот газ обладает высоким значением удельной теплоёмкости и теплопроводности, а также задействован при получении электрической энергии в водородных топливных элементах.
В настоящее время основным препятствием применения водорода выступает его небезопасная эксплуатация, а также сложности с транспортировкой по причине низкой плотности. Свободный (в виде H_2) водород в жидкой фазе частично решает указанные проблемы. В связи с этим рассматривается использование криогенных ёмкостей, выполняющих одновременно функцию баков и испарителей, в которых водород не только транспортируется, но и испаряется за счёт установки дополнительного теплообменника в криогенную ёмкость. Авторы делают акцент на анализе вырабатываемой мощности охлаждения ёмкостей, используемых для транспортировки жидкого водорода, при применении хладагентов (в этом качестве могут выступать гелий, метан, пропан, бутан и др.) во вторичном контуре.

Ключевые слова:
безопасность, водород, жидкость, контур, космическое индустриальное ожерелье «Орбита» (КИО «Орбита»), сосуд Дьюара, теплоёмкость, хладагент.

UDC 62-6

Possibility of Using Liquid Hydrogen Simultaneously as a Refrigerant and a Source of Energy for Cosmic Vehicles

A. Unitsky[1,2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

V. Garanin[2]
Ph.D. in Technical Sciences

V. Yanchuk[2,3]

[1] Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

[3] Belarusian National Technical University,
Minsk, Belarus

The article presents calculated data on the possibility of using hydrogen as a refrigerant and energy source for cosmic vehicles operating on the lines of the Industrial Space Necklace "Orbit" (ISN "Orbit"). This gas has a high value of specific heat capacity and thermal conductivity and is also involved in the generation of electrical energy in hydrogen fuel cells. Currently, the main obstacles to the use of hydrogen are its unsafe operation as well as difficulties with transportation due to its low density. Free hydrogen (in the form of H_2) in the liquid phase partially solves these problems. In this connection, this article considers the use of cryogenic tanks that act simultaneously as tanks and evaporators, in which hydrogen is not only transported but is also vaporized due to the installation of an additional heat exchanger into the cryogenic tank. The authors emphasize the analysis of the generated cooling power of tanks used for transportation of liquid hydrogen when refrigerants (helium, methane, propane, butane, etc.) are used in the secondary circuit.

Keywords:
circuit, Dewar vessel, heat capacity, hydrogen, Industrial Space Necklace "Orbit" (ISN "Orbit"), liquid, refrigerant, safety.

Введение

Концепция гиперскоростного транспортного средства [1] предусматривает его функционирование в форвакууме или при низком давлении, где передача теплоты возможна только с помощью излучения. В вакууме отсутствуют силы сопротивления среды, что создаёт идеальные с точки зрения кинематики параметры для движения транспорта – вакуумного транспортного средства (ВТС). Однако оно в данном случае вынуждено работать полностью автономно, в том числе и в области обмена энергией. Любую тепловую энергию, которая в ВТС не может быть использована по назначению, необходимо отводить (в обычных условиях она рассеивается в окружающей среде), что требует внедрения специальных систем. При преобразовании энергии (характеризуется коэффициентом полезного действия (КПД)) из одного вида в другой всегда присутствуют её потери в виде теплоты. Дополнительное применение сбросных (лишних) тепловых потоков можно обеспечить посредством соответствующих устройств – аккумуляторов (утилизаторов) тепла. Чем ниже суммарный КПД преобразования энергии, тем больше избыточной теплоты нужно утилизировать и тем значительнее нагрузка возлагается на системы утилизации тепла в ВТС.

В данной работе оценена нагрузка на систему утилизации тепла в зависимости от КПД преобразования химической энергии газов в электрическую энергию в топливных элементах (ТЭ). Метод исследования основан на расчёте балансовых уравнений для системы охлаждения ВТС.

Утилизация тепловой энергии в космосе

Функционирование общепланетарного транспортного средства (ОТС) будет происходить частично в космосе, т. е. в условиях вакуума [2], что вызовет проблемы с преобразованием энергии, необходимой для разгона и торможения ленточных маховиков, суммарная масса которых может достигать 38 млн тонн [3].

В связи с тем, что КПД всех преобразований в системе линейных электродвигателей на этапах подъёма и спуска ОТС может составить $\eta = 0{,}973$ [3], количество тепла, выделяемого при разгоне/торможении маховиков, на основании закона сохранения энергии может достигать в эквиваленте чуть более 100 млн кВт·ч энергии. Всю полученную тепловую энергию целесообразно аккумулировать для дальнейшего потребления, не оказывая тем самым влияния на земную атмосферу. Таким образом, задействование криогенного водорода в данном случае может быть актуальным.

Изучение вопроса использования теплообмена в космическом пространстве только посредством лучистого теплообмена показало, что из-за изменчивых условий эксплуатации космических объектов невозможно полностью решить проблему обеспечения теплового режима лишь нанесением покрытий с определёнными радиационными характеристиками [4]. Система автоматизации, установленная на борту ВТС, которая при необходимости должна утилизировать лишнее тепло с помощью только внутренних ресурсов, позволит справиться с данной задачей. В подтверждение сказанному в космическом аппарате с тепловыделяющим оборудованием, расположенным в негерметичных отсеках, для передачи большого количества тепла на изолированную радиационную поверхность или для отвода (подвода) тепла от высокомощных источников с большой удельной плотностью тепловыделения используют жидкие теплоносители, циркулирующие в трубопроводах жидкостных контуров [4]. При поддержании температуры теплоносителя в заданных пределах он кроме переноса тепла будет стабилизировать и температуру элементов, имеющих непосредственный тепловой контакт с ним. Так, нуждающиеся в охлаждении приборы устанавливают на термостатируемые платы, через которые циркулирует теплоноситель. В некоторых случаях его подают непосредственно в приборы для охлаждения теплонапряжённых элементов. В качестве теплоносителей задействуют углеводороды, кремнийорганические жидкости, фреоны, водные растворы этиленгликоля, воду и др.

Как правило, средства обеспечения теплового режима (СОТР) представляют собой совокупность различных устройств, регулирующих внешний и внутренний теплообмен космического аппарата. Обычно в состав СОТР входят:

- комплекс средств активного регулирования тепловых процессов, называемый системой терморегулирования (СТР);
- средства пассивного терморегулирования (СПТР).

СТР – вентиляционное оборудование, жидкостный контур с теплообменными устройствами и средствами регулирования тепловых потоков, активные средства регулирования лучистого теплообмена и др. СПТР – конструктивные элементы, обеспечивающие заданные параметры теплообмена излучением и теплопроводностью (терморегулирующие покрытия, различного рода тепловая изоляция и теплозащита, термомосты и термосопротивления).

Кроме того, существуют технологии отвода тепла в космосе с помощью гипертеплопроводящих панелей, работа которых аналогична тепловым трубам (рисунок 1) [5].

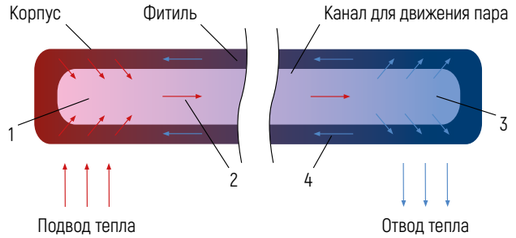


Рисунок 1 – Схема работы гипертеплопроводящих панелей.
Этапы теплового цикла: 1 – испарение жидкости и поглощение тепла;
2 – движение пара к холодной области;
3 – конденсация пара и выделение тепла;
4 – движение жидкости к горячей области

Представленная идея основана на использовании особенностей фазового перехода специальных жидкостей на солнечной и теневой сторонах космических аппаратов. За счёт капиллярных сил фитиля жидкость постоянно возвращается к месту подвода тепла.

Применение тепловых аккумуляторов для отвода кратковременных тепловых потоков повышенной мощности (КТППМ) рассмотрено в [6] (рисунок 2).

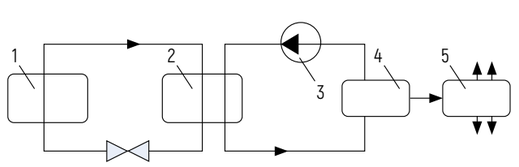


Рисунок 2 – Принципиальная схема
использования тепловых аккумуляторов:
1 – источник КТППМ; 2 – теплообменник; 3 – насос;
4 – резервуар с рабочим телом; 5 – испарительный излучатель

Вещества, которые могут быть задействованы в системах утилизации тепла с использованием сброса рабочего тела, представлены в [6]. Вода является наиболее предпочтительной жидкостью. В качестве теплоаккумулирующего материала также предлагается применять четыре группы веществ: парафины, жирные кислоты, гидраты солей и ряд соединений металлов.

В настоящей работе обращено внимание не только на системы утилизации тепла, но и на системы, функционирующие одновременно как утилизаторы тепла и источники энергии, на чём в дальнейшем будет сделан особый акцент.

В [7] указывается возможность использования водорода в беспилотных летательных аппаратах (БПЛА). В частности, электрическая энергетическая установка для двигателей БПЛА включает ТЭ и аккумулятор водорода высокого давления. Аккумулятор водорода выполнен в виде мультикапиллярных объектов, расположенных внутри полых конструкционных элементов БПЛА. В данном случае водород выступает как топливо, а также в качестве подъёмного газа в конструкции корпуса.

Представим математическое обоснование количества энергии, которую необходимо аккумулировать в замкнутом пространстве в зависимости от КПД ТЭ. Обзор некоторых литературных источников показал, что лишнее тепло, которое получает ВТС от внешних или внутренних источников энергии, удобнее утилизировать с помощью специальных жидких или газообразных теплоаккумулирующих материалов [8].

Математическое обоснование использования водорода для утилизации тепла в космосе

Приведём математические расчёты, показывающие возможность использования водорода (как наиболее чистого источника энергии в космосе) в качестве источника энергии и теплоаккумулирующего материала.

На основании [9] химическая реакция кислорода и водорода (в молях) происходит с выделением тепла:

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 572\ \text{кДж}, \qquad (1)$$

т. е. при взаимодействии 4 г водорода с 32 г кислорода образуется 36 г воды и выделяется 572 кДж энергии.

С учётом КПД ТЭ расход водорода G_{H_2} (кг/с), необходимого для получения мощности P (кВт) электрической энергии, будет выражаться следующей зависимостью:

$$G_{H_2} = \frac{0{,}004P}{572\eta}. \qquad (2)$$

Соответственно, расход кислорода G_{O_2} (кг/с) и скорость образования воды G_{H_2O} (кг/с) будут выражаться следующими зависимостями:

$$G_{O_2} = \frac{0{,}032P}{572\eta}, \qquad (3)$$

$$G_{H_2O} = \frac{0{,}036P}{572\eta}. \qquad (4)$$

Согласно [10] наиболее распространённые ТЭ имеют КПД около 40 %, что на основании представленных выше расчётов даёт возможность определить количество веществ, участвующих в процессе выработки электрической энергии.

Рассмотрим для примера транспортное средство, время поездки которого между конечными пунктами составляет 0,5 ч при перевозке шести пассажиров, а механическая мощность электродвигателя $P_{мех}$ равна 100 кВт при механическом КПД 90 % ($\eta_{мех}$ = 0,9). Электрическая энергия подаётся на электродвигатель от преобразователя, в качестве которого выступает, в частности, водородный ТЭ, имеющий электрический КПД 40 % ($\eta_{тэ}$ = 0,4). Мощность тепловыделения одного пассажира в покое $P_п$ составляет 0,1 кВт. Мощность тепловыделений бортового оборудования без учёта двигателя принимаем за 1 % от электрической мощности ТЭ, т. е. $P_{x1} = 0{,}01P/\eta_{мех}$. Данная схема описана в [11] и представлена на рисунке 3.

Для вырабатываемой мощности ТЭ 111 кВт при $\eta_{тэ}$ = 0,4 расход водорода и кислорода в секунду, а также количество получаемой воды составит: G_{H_2} = 1,94 г/с; G_{O_2} = 15,54 г/с; G_{H_2O} = 17,48 г/с.

При повышении КПД ТЭ указанные значения будут уменьшаться (рисунок 4).

Схема утилизатора тепла с использованием криогенных жидкостей представлена на рисунке 5 [11]. Процесс кипения жидкого водорода предлагается реализовывать непосредственно в сосудах Дьюара, которые применяются для его транспортировки. Замкнутый вторичный контур с хладагентом, имеющим температуру перехода в твёрдую фазу ниже температуры кипения жидкого водорода (в качестве такого хладагента можно использовать гелий, который при температурах жидкого водорода не переходит в твёрдую фазу), обеспечивает циркуляцию потока и подвод тепла для кипения непосредственно в сосуд Дьюара. По мере кипения жидкого водорода его уровень снижается, рабочая часть контура погружения в жидкость уменьшается.

К данному контуру для теплообмена можно подключить вторичные контуры с потоками нагретого воздуха или других хладагентов из салона транспорта, от двигателей и иных элементов, которые требуется охлаждать. Использование вторичных контуров позволит эффективно подготовить хладагенты, циркулирующие в них (например, отделять воду, которая содержится в охлаждаемом воздухе и способна засорить вторичный контур при её замерзании).

Получаемый в результате кипения в сосуде Дьюара газообразный водород попадает в систему питания водородного ТЭ. Эта система имеет возможность запитываться газообразным водородом из отдельного бака либо из магистрали, в которой движется ВТС. Данное решение способствует выработке электроэнергии независимо от наличия газообразного водорода в среде, где функционирует ВТС.

Зададим следующие параметры хладагентов (рисунок 6): на входе в ТЭ температура водорода и кислорода для реакции $t_р$ равна 20 °С; температура жидкого водорода и кислорода в криогенных ёмкостях будет составлять соответственно: t_{H_2} = –253 °С; t_{O_2} = –183 °С.

На основании рисунка 3 суммарная выделяемая мощность тепла, которую нужно утилизировать, определяется по зависимости:

$$\Sigma P = NP_п + P\left(\frac{1}{\eta_{мех}\eta_{тэ}} - 1 + \frac{0{,}01}{\eta_{мех}}\right). \quad (5)$$

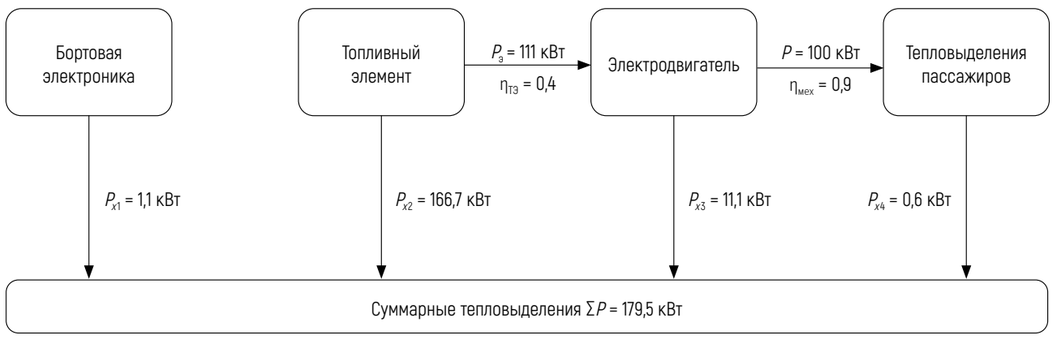


Рисунок 3 – Структура образования тепловой мощности

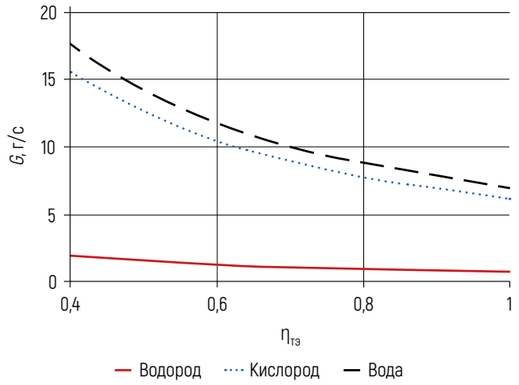


Рисунок 4 – Расход веществ в зависимости от КПД ТЭ

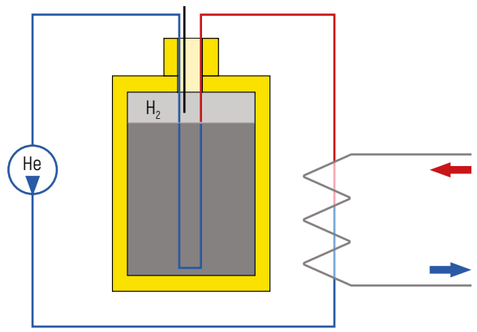


Рисунок 5 – Схема утилизатора тепла с использованием жидкого газа

Так как идеальному ТЭ для выработки 1 кВт·ч электроэнергии согласно (2) необходим водород массой m, равной 25,17 г, то расход водорода G_{H_2} (кг/с) и кислорода G_{O_2} (кг/с) для создания электрической мощности P (кВт) будет определяться следующими зависимостями:

$$G_{H_2} = \frac{mP}{3600\,\eta_{тэ}\eta_{мех}}, \quad (6)$$

$$G_{O_2} = 8G_{H_2}. \quad (7)$$

Объём жидкого водорода V_{H_2} (м³), требуемый для функционирования ВТС на протяжении времени τ (ч), будет выражаться следующей закономерностью:

$$V_{H_2} = \frac{3600G_{H_2}\tau}{\rho_{H_2}}, \quad (8)$$

где ρ_{H_2} – плотность жидкого водорода, кг/м³ (ρ_{H_2} = 71 кг/м³).

Необходимый объём жидкого кислорода V_{O_2} (м³) будет выражаться следующей зависимостью:

$$V_{O_2} = \frac{3600G_{O_2}\tau}{\rho_{O_2}}, \quad (9)$$

где ρ_{O_2} – плотность жидкого кислорода, кг/м³ (ρ_{O_2} = 1140 кг/м³).

Тепловая мощность, требуемая для испарения заданных расходов водорода и кислорода, составит соответственно P_1 и P_3 (кВт):

$$P_1 = \frac{G_{H_2}\,r_{H_2}}{1000}, \quad (10)$$

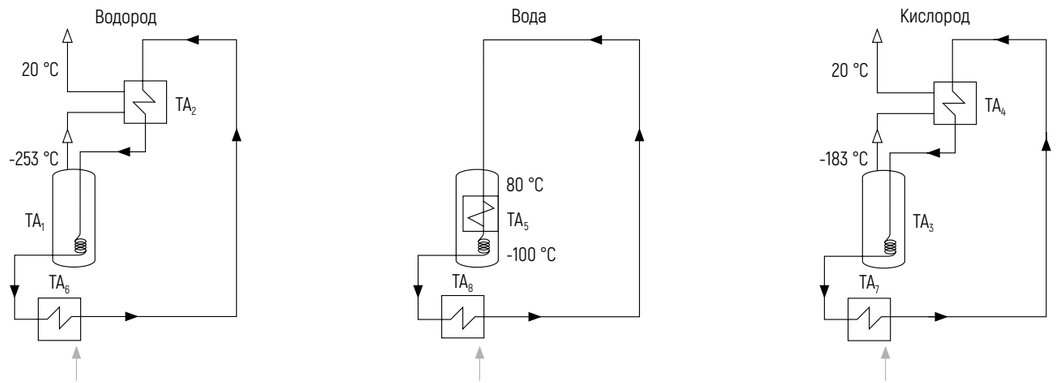


Рисунок 6 – Температура хладагентов в контурах: TA_1–TA_5 – теплообменные аппараты, охлаждающие вторичный контур; TA_6–TA_8 – теплообменные аппараты, нагревающие вторичный контур

$$P_3 = \frac{G_{O_2} r_{O_2}}{1000}, \quad (11)$$

где r_{H_2} – теплота парообразования водорода, Дж/кг (r_{H_2} = = 460 500 Дж/кг);

r_{O_2} – теплота парообразования кислорода, Дж/кг (r_{O_2} = = 214 000 Дж/кг).

Мощность тепла, необходимого для нагревания водорода и кислорода до температуры их реакции $t_р$, соответственно составит P_2 и P_4 (кВт):

$$P_2 = G_{H_2}(i_{р(H_2)} - i_{-253(H_2)}), \quad (12)$$

$$P_4 = G_{O_2}(i_{р(O_2)} - i_{-183(O_2)}), \quad (13)$$

где $i_{р(H_2)}$ – удельная массовая энтальпия водорода при $t_р$, Дж/кг ($i_{р(H_2)}$ = 3 899 700 Дж/кг);

$i_{р(O_2)}$ – удельная массовая энтальпия кислорода при $t_р$, Дж/кг ($i_{р(O_2)}$ = 400 000 Дж/кг).

Подставив значения в зависимости (4)–(13), можно отметить, что затраченного объёма жидкого водорода и кислорода будет недостаточно, чтобы утилизировать тепло, получаемое при функционировании ВТС (рисунок 1). С учётом КПД ТЭ (40–100 %) удаётся утилизировать с помощью жидкого водорода и кислорода только 7,7–43 % всего тепла, что в первую очередь обусловлено высокими потерями энергии при преобразованиях в электрической части подвижного состава. Следовательно, дальнейшая работа в направлении использования водорода в ВТС неразрывно связана с повышением КПД ТЭ, а также со снижением потерь на преобразование энергии, затрачиваемой на движение.

Тепловой баланс работы топливного элемента

Для утилизации избыточной тепловой энергии можно задействовать другие вещества, поскольку применяемых для движения ВТС водорода и кислорода, как показывают расчёты, недостаточно. На основании [5] в качестве дополнительного теплоаккумулирующего материала используется переохлаждённый лёд, который в космических условиях может образовываться из воды с помощью, например, гипертеплопроводящих панелей. Температура, до которой нужно нагревать воду, равна 80 °С, а температура переохлаждённого льда составляет –100 °С (рисунок 7).

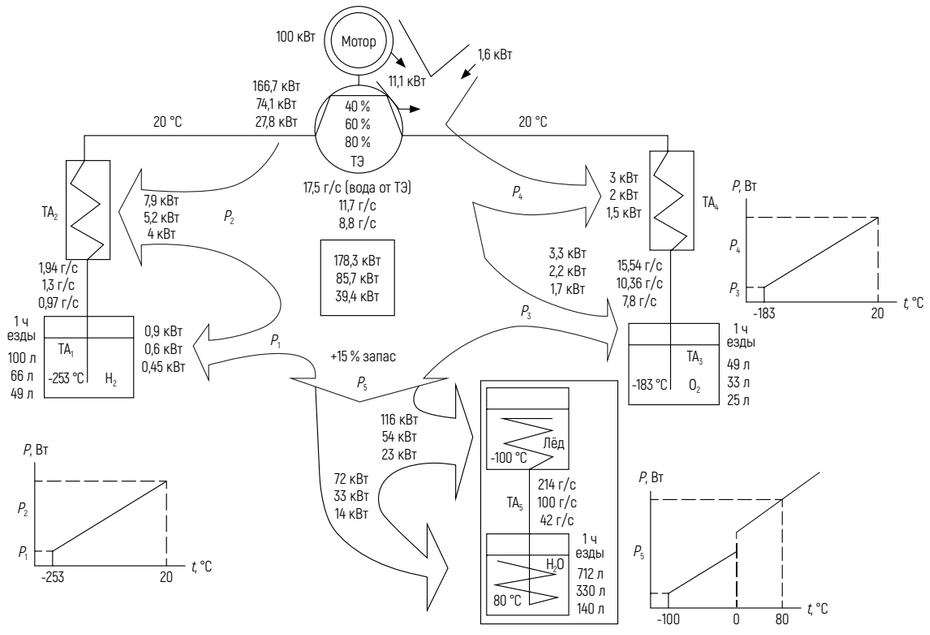


Рисунок 7 – Схема теплового баланса утилизатора тепла водородного двигателя в зависимости от КПД ТЭ

Исходя из теплового баланса (выделяемая, потребляемая и лишняя тепловая энергия), расход льда, необходимый для аккумулирования лишней тепловой энергии $G_л$ (кг/с) с учётом 15 % запаса, составит:

$$G_л = \frac{1150(\Sigma P - P_1 - P_2 - P_3 - P_4)}{c_л(0 - t_л) + j_л + c_в t_{н_2 0}}, \quad (14)$$

где $c_л$ – теплоёмкость льда, Дж/(кг·°С) ($c_л$ = 2100 Дж/(кг·°С);

$c_в$ – теплоёмкость воды, Дж/(кг·°С) ($c_в$ = 4200 Дж/(кг·°С);

$j_л$ – теплота плавления льда, Дж/кг ($j_л$ = 333 500 Дж/кг).

На основании вышеуказанных зависимостей представим схему теплового баланса водородного двигателя (рисунок 7). Анализ зависимостей показывает, что при 100 % КПД ТЭ рассматриваемая система образует 7,2 кВт мощности лишней энергии, которая вырабатывается преимущественно за счёт механических потерь, так как около 10 % мощности электродвигателей уходит в тепло. Расчёты представлены в таблице. Механический КПД двигателя $\eta_{мех}$ = 0,97 позволяет отказаться от применения дополнительного аккумулятора тепла (льда) при использовании идеального ТЭ ($\eta_{мех}$ = 1).

Таблица – Расчёт мощности хладагентов

Показатель	КПД ТЭ (η)						
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	2	3	4	5	6	7	8
Электрическая мощность двигателя, кВт	100						
Механический КПД электродвигателя	0,9						
Расход водорода на ТЭ при КПД 100 %, г/кВт·ч	25,17						
Действительный расход водорода на ТЭ, г/кВт·ч	62,925	50,34	41,95	35,95714	31,4625	27,96667	25,17
Расход водорода на ТЭ (по химической реакции), г/с	1,94	1,55	1,29	1,11	0,97	0,86	0,78
Количество пассажиров, чел.	6						
Мощность бортовой электроники, кВт	1,111111						
Тепловая энергия, которую требуется утилизировать, кВт	179,4889	123,9333	86,8963	60,44127	40,6	25,1679	12,82222
Тепловая энергия, поглощаемая при испарении водорода, кДж/кг	461						
Тепловая энергия, поглощаемая при нагревании водорода в диапазоне 20–293 К, кДж/кг	3438,7						
Общий объём тепловой энергии, поглощаемой водородом, кДж/кг	3899,7						
Холодильная мощность водородных теплообменников, кВт	7,6	6,1	5	4,3	3,8	3,4	3
Расход кислорода для ТЭ (по химической реакции), г/с	15,53704	12,42963	10,35802	8,878307	7,768519	6,90535	6,214815
Объём тепловой энергии, поглощаемой при испарении и нагревании кислорода, кДж/кг	400						
Холодильная мощность кислородных теплообменников, кВт	6,2	5	4,1	3,6	3,1	2,8	2,5
Холодильная мощность льдоаккумулятора, кВт	165,7	112,9	77,7	52,6	33,7	19	7,3
Конечная температура воды, образовавшейся из растаявшего льда, °С	80						
Объём тепловой энергии, поглощаемой при нагревании и плавлении льда от –100 °С до 0 °С, кДж/кг	479						
Теплоёмкость льда, кДж/(кг· К)	4,2						

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Объём тепловой энергии, поглощаемой при нагревании и плавлении льда, нагревании воды, кДж/кг	815						
Масса льда, требуемого для льдоаккумулятора, кг/с (г/с)	0,203 (203)	0,139 (139)	0,095 (95)	0,064 (64)	0,041 (41)	0,023 (23)	0,009 (9)
Выделение воды, г/с	17,47917	13,98333	11,65278	9,988095	8,739583	7,768519	6,991667
Выделение кислорода, г/с	15,53704	12,42963	10,35802	8,878307	7,768519	6,90535	6,214815

Определение параметров работы водородного утилизатора теплоты

Рассмотрим случай, когда в качестве утилизатора лишней энергии будет выступать только жидкий водород. Определим его количество, требуемое для представленных выше условий. Схема теплообменника показана на рисунке 8.

В предлагаемом варианте утилизации теплоты лишняя энергия идёт на нагревание жидкого водорода перед подачей в водородный ТЭ от температуры $t_{H_1} = -253$ °С, с которой резервуар-испаритель $ТА_1$ с жидким водородом устанавливается на транспортное средство, до температуры $t_{H_2} = 20$ °С, при которой газообразный водород подаётся в водородный ТЭ.

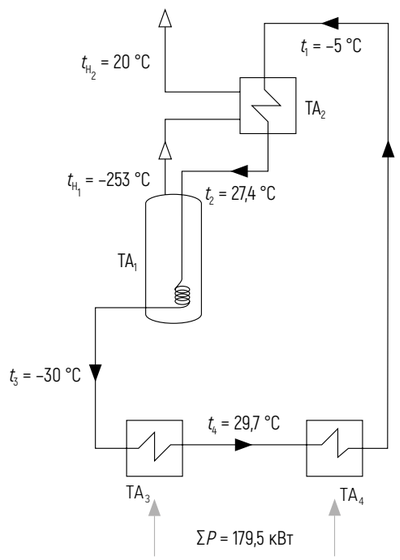


Рисунок 8 – Схема водородного утилизатора теплоты

В качестве резервуара-испарителя $ТА_2$ возьмём сосуд Дьюара типоразмера СК-40 и номинального объёма $V_д = 40$ л. Выберем также параметры нагревателя змеевикового теплообменника, помещаемого в резервуар-испаритель:

- количество витков ($n = 20$);
- шаг витка, мм ($a = 8$ мм);
- диаметр витка трубки змеевикового теплообменника, мм ($d_{витка} = 60$ мм);
- внешний диаметр трубки теплообменника, мм ($d_2 = 4$ мм).

Суммарная мощность ΣP утилизируемого тепла в $ТА_3$ и $ТА_4$ равна 179,5 кВт (сумма $P_3 = P_{x1} + P_{x4} = 1{,}7$ кВт – тепловая мощность, выделяемая пассажирами и электронным оборудованием; $P_4 = P_{x2} + P_{x3} = 177{,}8$ кВт – тепловая мощность, выделяемая силовой электроаппаратурой).

Исходя из условий обеспечения жидкой фазы хладагента, во вторичном контуре примем следующие температуры хладагента:

- между теплообменниками $ТА_2$ и $ТА_4$: $t_1 = -5$ °С;
- между резервуаром-испарителем $ТА_1$ и теплообменником $ТА_3$: $t_3 = -30$ °С.

Температура t_2 между резервуаром-испарителем $ТА_1$ и теплообменником $ТА_2$ определяется из соотношения тепловых мощностей:

$$t_2 = \frac{i_{p(H_2)} t_3 + r_{H_3} t_1}{i_{p(H_2)} + r_{H_3}}, \quad (15)$$

$$t_2 = \frac{3\,899\,700 \times (-30) + 460\,500 \times (-5)}{3\,899\,700 + 460\,500} = -27{,}4\ °С.$$

Температура t_4 между теплообменниками $ТА_3$ и $ТА_4$ определяется из соотношения тепловых мощностей:

$$t_4 = \frac{P_3 t_1 + P_4 t_3}{P_3 + P_4}, \quad (16)$$

$$t_4 = \frac{1{,}7 \times (-5) + 177{,}8 \times (-30)}{1{,}7 + 177{,}8} = -29{,}8\ °С.$$

Массовый расход хладагента вторичного контура $G_{хл}$ (кг/с):

$$G_{хл} = \frac{\Sigma P}{c_{хл}(t_1 - t_3)}, \quad (17)$$

где $c_{хл}$ – теплоёмкость хладагента, Дж/(кг·°С).

Аналогичное уравнение для массового расхода водорода G_{H_2} (кг/с) с учётом (17) будет иметь вид:

$$G_{H_2} = \frac{G_{хл} c_{хл}(t_2 - t_3)}{r_{H_2}} = \frac{\Sigma P (t_2 - t_3)}{r_{H_2}(t_1 - t_3)}, \quad (18)$$

$$G_{H_2} = \frac{179\,500 \times (-27{,}4 - (-30))}{460\,500 \times (-5 - (-30))} = 0{,}041\ кг/с = 41\ г/с.$$

На основании зависимостей (10) и (12) затрачиваемые мощности на кипение и подогрев водорода составят: $P_1 = 21{,}2$ кВт; $P_2 = 158{,}3$ кВт.

Исходя из этого, определяется площадь теплообмена f (м²):

$$f = \sqrt{a^2 + \pi^2 d_{витка}^2} \times n\pi d_2, \quad (19)$$

$$f = \sqrt{0{,}008^2 + \pi^2 0{,}06^2} \times 20\pi \times 0{,}004 = 0{,}047\ м^2.$$

Коэффициент теплопередачи K с учётом обеспечения турбулентного вынужденного движения хладагента (гелия) в жидкой фазе во вторичном контуре (скорость течения жидкости 2 м/с при внутреннем диаметре трубок 3 мм) можно принять равным 400 Вт/(м²·К) (согласно рекомендациям [12]).

Тепловая мощность одного резервуара-испарителя (сосуда Дьюара) $P_д$ (кВт) в таком случае составит:

$$P_д = 0{,}001 K f \frac{(t_2 - t_{H_2}) - (t_3 - t_{H_2})}{\ln\left(\frac{t_2 - t_{H_2}}{t_3 - t_{H_2}}\right)}, \quad (20)$$

$$P_д = 0{,}001 \times 400 \times 0{,}047 \frac{(-27{,}4 - (-252{,}9)) - (-30 - (-252{,}9))}{\ln\left(\frac{-27{,}4 - (-252{,}9)}{-30 - (-252{,}9)}\right)} = 4{,}21\ кВт.$$

В соответствии со схемой, представленной на рисунке 8, хладагент вторичного контура должен иметь жидкое агрегатное состояние во всех четырёх точках, т. е. можно использовать жидкости, имеющие температурный диапазон –5... –30 °С.

На основании теплового баланса для утилизации тепловой энергии мощностью 179,5 кВт $P_1 / P_д = 21{,}2/4{,}21$, т. е. потребуется пять сосудов Дьюара с суммарной выработкой m_{H_2} (кг) водорода за время движения транспорта 0,5 ч:

$$m_{H_2} = 3600 G_{H_2} \tau, \quad (21)$$

$$m_{H_2} = 3600 \times 0{,}041 \times 0{,}5 = 73{,}8\ кг.$$

Заключение

Представленные расчёты позволяют сделать вывод, что в зависимости от КПД ТЭ можно аккумулировать (утилизировать) с помощью жидкого водорода и кислорода не более 43 % всей тепловой энергии из-за высоких потерь преобразования в электрических частях транспорта. Благодаря повышению КПД ТЭ, а также снижению других потерь энергии на преобразование (например, затрачиваемой на движение транспорта) улучшится показатель эффективности утилизации энергии – приблизится к 100 %.

Анализ зависимостей демонстрирует, что при 100 % КПД ТЭ рассматриваемый транспорт образует 7,2 кВт мощности сбросной теплоты, которая вырабатывается преимущественно за счёт механических потерь (10 % мощности переходит в тепловую энергию во время преобразований). Только при 97 % КПД механической части двигателя можно говорить о полном отказе от использования дополнительного аккумулятора холода (при 100 % КПД ТЭ).

Кроме того, можно утверждать, что на повышение мощности водородного утилизатора тепла в большей степени оказывает влияние площадь теплообмена (что ограничивается габаритами криогенных ёмкостей), чем изменение характеристик жидкого хладагента вторичного контура. По этой причине конструкции сосудов, в которых предполагается как транспортировать жидкий водород, так и обеспечивать теплообмен, следует проектировать с учётом необходимости максимальной площади теплообменных элементов (например, устанавливая теплообменники на стенки и дно используемых сосудов).

Таким образом, результаты исследований показывают возможность применения водорода в качестве энергоносителя и хладагента одновременно, при этом выбор параметров системы аккумулирования теплоты нужно осуществлять в зависимости от режимов работы орбитального транспорта, обеспечивающего полноценное функционирование в условиях вакуума КИО «Орбита», которое в будущем станет одним из грандиозных искусственных сооружений человечества в околоземном космическом пространстве.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
2. *Юницкий, А.Э. Использование водорода в космосе: прошлое, настоящее, будущее / А.Э. Юницкий, В.В. Василевич, В.Л. Лукша // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 206–219.*
3. *Юницкий, А.Э. Создание математической модели общепланетарного транспортного средства: разгон маховиков, прохождение атмосферы, выход на орбиту / А.Э. Юницкий, Р.А. Шаршов, А.А. Абакумов // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 77–83.*
4. *Цаплин, С.В. Теплообмен в космосе: учеб. пособие / С.В. Цаплин, С.А. Болычев, А.Е. Романов. – Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2018. – 92 с.*
5. *Когда в космосе жарко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://scfh.ru/papers/kogda-v-kosmose-zharko/. – Дата доступа: 30.04.2023.*
6. *Кухтин, А.В. Практические рекомендации по разработке системы обеспечения теплового режима космического аппарата / А.В. Кухтин, А.М. Денисов, Т.Ю. Девяткина // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2018. – Вып. 11. – С. 113–123.*
7. *Денисов, Э.И. Аккумулятор водорода на основе капиллярных и мультикапиллярных структур для энергетической установки беспилотных летательных аппаратов: пат. RU 185789 U1 / Э.И. Денисов. – Опубл. 19.12.2018.*
8. *Рааб, Г. Система утилизации отходящего тепла двигателя внутреннего сгорания с устройством защиты от замерзания: пат. RU 2 469 204 C2 / Г. Рааб. – Опубл. 10.12.2012.*
9. *Гельфанд, Б.Е. Водород: параметры горения и взрыва / Б.Е. Гельфанд, О.Е. Попов, Б.Б. Чайванов. – М.: Физматлит, 2008. – 284 с.*
10. *Fuel Cell Membranes – Pros and Cons / E. Ogungbemi [et al.] // Energy. – 2019. – No. 172. – P. 155–172.*
11. *Юницкий, А.Э. Обоснование возможности использования водорода в качестве хладагента в гиперскоростных транспортных средствах / А.Э. Юницкий, В.Н. Гаранин, В.В. Янчук // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 64–73.*
12. *Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю.И. Дытневского. – М.: Химия, 1983. – 272 с.*

УДК 67.02

Технология производства строительных материалов с использованием отходов бытовой техники

Е.Л. Зимина
кандидат технических наук

Н.В. Ульянова
кандидат технических наук

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Беларусь

Предложена технологическая схема производства бетона с добавлением стеклянной крошки, полученной из бытовых приборов, для строительства взлётно-посадочной эстакады общепланетарного транспортного средства (ОТС), охватывающего Землю в плоскости экватора. Рециклинг утилизации пришедших в негодность стеклянных приборов, которые содержат ионы тяжёлых металлов, проведён на основе анализа стёкол, составляющих покрытие кинескопа телевизора, и определении их химического состава. Представлен технологический процесс подготовки отходов стекла от кинескопов для производства строительных материалов, а также разработано устройство для помола стекла в мелкодисперсную фракцию, необходимую для обеспечения оптимального состава бетонной смеси.

Ключевые слова:
вторичное сырьё, инновационные материалы, кинескопы, отходы бытовой техники, стекло, строительные материалы, экваториальная эстакада.

UDC 67.02

Technology of the Construction Material Production Using Household Appliances Waste

E. Zimina
Ph.D. in Technical Sciences

N. Ulyanova
Ph.D. in Technical Sciences

Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

The article includes a technological scheme for concrete production with added glass crumbs obtained from household appliances. This concrete is planned to be used for construction of the General Planetary Vehicle (GPV) takeoff and landing overpass encircling the Earth in the equatorial plane. Recycling of failed glass appliances containing heavy metal ions is performed considering analysis of glasses from the TV kinescopes and identification of their chemical composition. The authors offer a technological process to prepare kinescope glass waste for production of construction materials, as well as a device for grinding glass into small size fraction that is necessary to provide optimal composition of concrete mix.

Keywords:
construction materials, equatorial overpass, glass, household appliances waste, innovative materials, kinescopes, recyclable materials.

Введение

Одно из основополагающих направлений глобальной геокосмической программы uSpace, посвящённой безракетной индустриализации ближнего космоса, – строительство такого широкомасштабного объекта, как эстакада общепланетарного транспортного средства (ОТС), которая представляет собой взлётно-посадочный, энергетический и коммуникационный комплекс эстакадного типа для геокосмических перевозок, размещённый вдоль экватора и имеющий протяжённость 40 076 км [1, 2]. Возведение данного сооружения требует значительных материальных затрат, большую часть которых составляют расходы на строительные материалы. Для того чтобы решить вопрос о создании экономичных и экологичных инновационных материалов, предлагается применение технологии замкнутого цикла (рециклинга) для переработки бытовых отходов, накапливаемых современным обществом.

Электронные отходы – один из основных источников загрязнения окружающей среды, но они могут рассматриваться в качестве вторичного ресурса, так как содержат ценные компоненты. Следовательно, повторное их использование не только является важным элементом в общей структуре управления отходами, но и представляет интерес с точки зрения материального и ресурсного потенциала.

Утилизация старой техники предотвращает возникновение проблемы, связанной с покупкой более современной и усовершенствованной модели или заменой пришедшей в негодность. Люди часто не знают, как поступить в этом случае со старыми бытовыми приборами. Правильная организация данного процесса позволяет решить множество вопросов, в том числе экономических и экологических. С точки зрения экономики утилизация бытовой техники выгодна тем, что предоставляет возможность вторично использовать материалы в промышленном производстве, к тому же некоторые виды приборов содержат определённое количество драгоценных металлов. Кроме того, в состав кинескопов типа плюмбикон и других стеклянных устройств входят ионы тяжёлых металлов: свинца, бария, стронция [3].

Главные задачи утилизационного производства – сбор, хранение, транспортировка, сортировка, обезвреживание, вторичная переработка или ликвидация материала. Установлено, что процессы распада и окисления металлов приводят к крайне негативному влиянию на все живые организмы и состояние почвы; при изготовлении электронных схем часто используются материалы низкого качества, при их разложении в землю попадает огромное количество ядовитых отравляющих веществ; период распада пластика может составлять до 50 лет, в зависимости от размеров приборов.

Проблемы переработки отходов бытовой техники

Рост объёмов электронных отходов обусловлен увеличением масштабов использования электронного оборудования, сокращением сроков его службы и малочисленностью вариантов ремонта. По данным отчёта Глобального мониторинга электронных отходов ООН можно отметить, что в 2019 г. объём электронных отходов в мире составил 53,6 млн тонн (без учёта солнечных батарей), или около 7 кг на душу населения [4].

Эксперт В. Форти из Университета Организации Объединённых Наций сообщает, что наибольший объём отходов произвела Азия – 24,9 млн тонн. Далее идут Северная и Южная Америка (13,1 млн тонн), Европа (12 млн тонн). Заключают список Африка и Океания (2,9 и 0,7 млн тонн соответственно). При пересчёте на душу населения данные следующие: лидирующее положение – Европа (16,2 кг) и Океания (16,1 кг). Азия (5,6 кг) занимает предпоследнее место [4, 5]. Объёмы производства электронных отходов в разные годы представлены на рисунке 1.

Сегодня глобальный рост количества электронных отходов превышает темпы их сбора и переработки. Статистика показывает, что наивысший показатель по сбору отходов наблюдается в Европе (45–48 %), где действует директива 2012/19/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС «Об отходах электрического и электронного оборудования (ОЭЭО)», определяющая нормативы переработки и восстановления ОЭЭО [4].

В Республике Беларусь принят правовой акт общего действия – закон от 20 июля 2007 г. № 271-З «Об обращении с отходами». При этом сектор сбора и переработки электронных отходов развит значительно лучше, чем в других европейских государствах. На территории страны открыты пункты сдачи и приёма вторсырья, работают частные сборщики. Кроме того, электронные отходы принимаются в ремонтных мастерских и сервисных центрах. В 2019 г. в Республике Беларусь собрано 23 000 тонн электронных отходов [6].

В рамках международного форума по обращению с отходами (The WEEE Forum) учёные отметили, что объёмы отходов от гаджетов по всему миру стремительно растут. К 2030 г. данный показатель достигнет 74,7 млн тонн. Согласно прогнозам уже к 2050 г. он может составить 120 млн тонн, что объясняется постоянно увеличивающимся количеством людей, покупающих электронную продукцию [5].

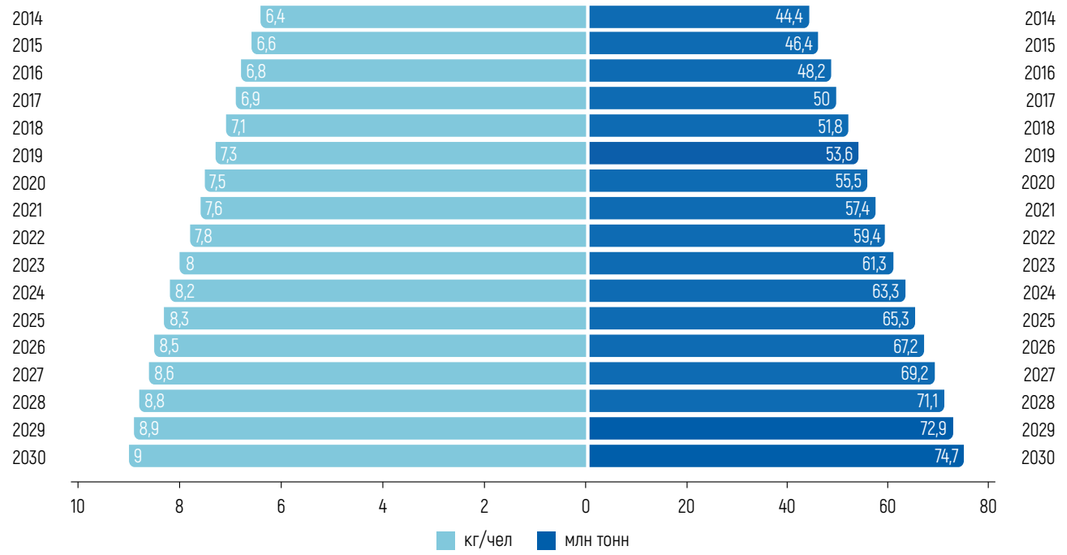


Рисунок 1 – Объёмы электронных отходов в 2014–2030 гг. (прогнозы на будущее не учитывают последствия кризиса COVID-19)

По данным специалистов, ламповые и кинескопные модели телевизионных приёмников население продолжит выбрасывать до 2025 г. [7]. Среди электронных отходов в последние десятилетия повсеместное распространение получили телевизоры (кинескопные, плазменные и жидкокристаллические), персональные компьютеры и др. Накопление такого лома связано с тем, что на сегодняшний день техника быстро устаревает.

Основную опасность для окружающей среды представляет оксид свинца, который входит в состав стёкол кинескопов. Его количество в одном кинескопе зависит от размера прибора и может варьироваться от 0,5 до 2,9 кг. Особенностью исследуемых стёкол является то, что ионы свинца относительно легко выщелачиваются из массы и попадают в окружающую среду. Например, при ненадлежащей переработке стёкол, содержащих тяжёлые металлы, выщелачивание ионов свинца может происходить под действием органических кислот, которые образуются на полигоне для бытового мусора. Из всех свинецсодержащих компонентов кинескопа наиболее легко выщелачивание происходит из стеклоцемента. Свинец, как и его соединения, – токсикант с выраженным кумулятивным действием, вызывающий изменения в нервной системе, крови и сосудах. Данное обстоятельство предполагает необходимость должной обработки подобных стёкол.

Таким образом, перед исследователями поставлена задача разработать технологический процесс подготовки стекла с целью его дальнейшего использования. В качестве объекта выбраны телевизионные кинескопы, которые в настоящее время не находят применения вследствие их сложного состава, что для утилизирующих предприятий является острой проблемой.

Рассмотрим комплектующие кинескопа (рисунок 2). В среднем 87 % его массы – это стекло трёх сортов, в состав которых входят стронций, барий, свинец.

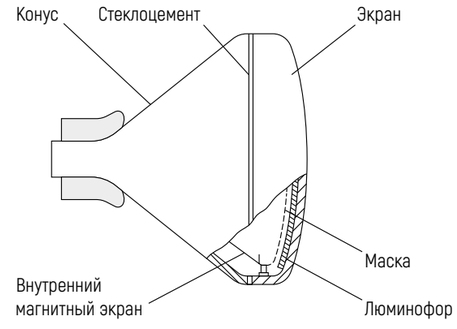


Рисунок 2 – Комплектующие, входящие в состав кинескопа

На внутреннюю поверхность экрана нанесено четыре слоя. Первый представляет собой углеродное покрытие с различными добавками поверхностно-активных веществ. Второй образует покрытие из люминофоров, на который нанесён третий слой – воскоподобный – для выравнивания и защиты поверхности. Покрытие из алюминия – четвёртый слой, необходимый для повышения яркости. Внутренняя сторона конуса кинескопа имеет слой оксида железа, а внешняя – графита. Экран и конус кинескопа соединены между собой с помощью стеклоцемента.

После утилизации других частей остаётся лишь кинескоп, который требуется разделить на конус и экран ввиду их различного химического состава, что важно при последующей утилизации.

Для определения химического состава стекла авторами проведён анализ образцов, взятых из покрытия стекла кинескопа. Методика определения содержания основных химических компонентов изложена в ГОСТ 32362-2013 «Стекло неорганическое и стеклокристаллические материалы. Определение химического состава. Общие требования к методам определения содержания основных химических компонентов». Результаты исследования представлены в таблице 1.

В таблице 2 указан усреднённый химический состав стёкол кинескопа (в зависимости от изготовителя телевизоров состав может меняться).

Анализируя данные таблиц 1 и 2, можно сделать вывод: представленные образцы не соответствуют на 100 % какому-либо химическому составу стекла, указанному в литературных источниках. Это может быть обусловлено неточным разделением стекла кинескопов по его видам на предприятии.

При разделении стекла можно получить два его вида – бариево-стронциевое и свинцовое.

Бариево-стронциевое стекло применяется в производстве строительных материалов в связи с низкой выщелачиваемостью ионов бария и стронция, концентрация которых не превышает допустимые нормы.

Единственный и наиболее распространённый метод переработки свинцового стекла – использование его в качестве вторсырья для получения свинца (в металлургических плавильных печах флюс частично замещается свинцовым стеклом). Предлагаются также альтернативные способы утилизации, которые в целом сводятся к идее использования стекла для изготовления строительных материалов или в качестве добавки в кирпич, бетон, цемент, декоративную плитку и др. Такие материалы с повышенным содержанием свинцового стекла могут быть пригодны для защиты от рентгеновского излучения. Свинцовое стекло также необходимо в керамической промышленности для создания стойкой к выщелачиванию глазури.

Основной недостаток строительных материалов с добавками неочищенного свинцового стекла – снижение их механических свойств. Кроме того, установлено, что концентрация ионов свинца в большинстве случаев превышает допустимые нормы.

Таблица 1 – Результаты определения химического состава стекла лабораторным путём, %

Вещество	Химическая формула	Образец № 1	Образец № 2
Оксид кремния (кремнезём)	SiO_2	61,9	26,3
Оксид алюминия	Al_2O_3	2,6	1,3
Оксид свинца	PbO	6,6	38
Оксид цинка	ZnO	0,1	0,5
Оксид натрия	Na_2O	5,5	6
Оксид калия	K_2O	7	8
Оксид кальция	CaO	0,5	1,9
Оксид железа	Fe_2O_3	0,1	0,1
Оксид стронция	SrO	6	8,1
Оксид бария	BaO	9	9
Остальные оксиды	–	0,7	0,8

Таблица 2 – Усреднённый химический состав стёкол кинескопа, %

Вещество	Химическая формула	Экран и конус (ч/б ТВ)	Свинецсодержащий экран	Экран	Конус	Стекло ЭЛТ	Стеклоцемент
Оксид кремния	SiO_2	65	44,2	62	52	33,7	2
Оксид алюминия	Al_2O_3	3	1,5	2,2	4	1,8	–
Оксид свинца	PbO	4	4,2	–	22	39,4	75
Оксид цинка	ZnO	0,1	0,5	0,3	–	–	11
Оксид натрия	Na_2O	7	6	8	6,8	5,6	–
Оксид калия	K_2O	7	11,5	7	7,8	8,6	–
Оксид кальция	CaO	0,5	2,5	0,5	3,8	4,3	–
Оксид магния	MgO	–	0,2	0,2	1,8	1,4	–
Оксид железа	Fe_2O_3	0,1	0,1	0,08	0,1	1	–
Оксид стронция	SrO	1	16,8	8	0,5	0,2	–
Оксид бария	BaO	11	10,9	10	1	–	2
Оксид бора	B_2O_3	–	–	–	–	3,5	9
Остальные оксиды	–	1,3	1,6	1,72	0,2	0,5	1

В Республике Беларусь отходы стекла применяются как заменитель кварцевого песка в производстве строительных материалов, керамической плитки и др.

Таким образом, допускается вторичное использование кинескопов, однако существует необходимость в их разделении, очистке и переработке, что возможно только при наличии специального оборудования на предприятиях по их утилизации. Именно поэтому для дальнейшей переработки и применения предлагается стекло измельчать и подвергать очистке от вредных веществ.

Технологический процесс измельчения стекла

Стекло после рассортировки от пластика поступает на участок дробления для разделения на крупные фракции с помощью молотковых дробилок.

Размеры кусков стеклобоя первого сорта должны быть 10–50 мм. Допускается содержание в партии стеклобоя кусков размером свыше 50 мм – не более 5 %; размером менее 10 мм – не более 1 %. Размер кусков стеклобоя второго сорта не нормируется, масса кусков – не более 2 кг.

В связи с тем, что в партии фракция кусков после первого дробления разнородная, необходимо последующее измельчение до однородности – помол. Для этого предлагается использовать роторную дробилку (собственная разработка авторов), схема которой дана на рисунке 3.

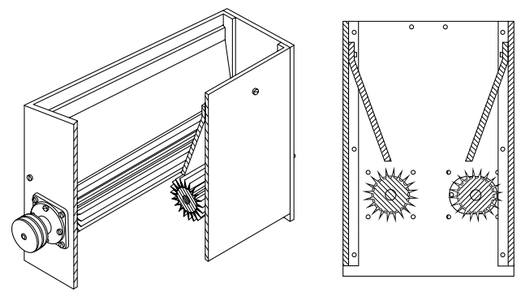


Рисунок 3 – Роторная дробилка

Роторы представляют собой шестерни, вращающиеся навстречу друг другу с одинаковой скоростью.

Стеклянная масса по наклонному жёлобу подаётся на роторы и силой трения, возникающей от контакта с поверхностью вращающихся роторов, направляется в зазор между ними. За счёт сил трения и ударных нагрузок происходит дробление стекла до однородной фракции.

Рассмотрим условие затягивания стекла в зазор (рисунок 4). На материал действуют следующие силы: G – сила тяжести материала, Н; N_1, N_2 – силы реакции роторов, Н; T_1, T_2 – силы трения материала о поверхность роторов, Н. Величины α_1, α_2 – углы захвата массы роторами – зависят от угла наклона стенок шахты и расстояния между пластинами; v – линейная скорость вращения.

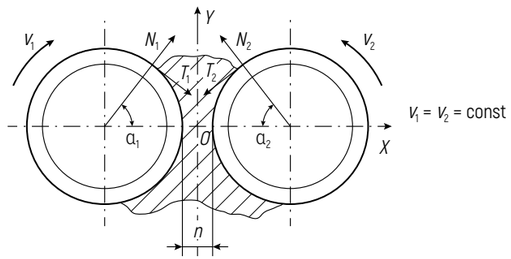


Рисунок 4 – Схема затягивания материала валиками

Материал в постепенно сужающемся пространстве претерпевает всё увеличивающуюся деформацию, испытывает растягивающие и сжимающие напряжения, которые увеличиваются за счёт вращения роторов.

Силы трения определяются из следующих зависимостей:

$$T_1 = T_2 = N_1 f_1 = N_2 f_2 = N_1 \operatorname{tg}\beta_1 = N_2 \operatorname{tg}\beta_2, \quad (1)$$

где f_1, f_2 – коэффициенты трения материала о поверхность роторов;

β_1, β_2 – углы трения материала о поверхность роторов, °.

Величины β_1, β_2 зависят от вязкости стеклянной массы.

Составим уравнение равновесия величины проекций сил на ось OX; при этом примем, что центр координат находится в середине зазора:

$$F = G - N_1 \sin\alpha_1 + N_2 \sin\alpha_2 + T_1 \cos\alpha_1 + T_2 \cos\alpha_2, \quad (2)$$

где F – сила затягивания материала в зазор, Н.

Подставляя значения T_1, T_2, получим:

$$F = G - N_1(\sin\alpha_1 + \cos\alpha_1 \operatorname{tg}\beta_1) - N_2(\sin\alpha_2 + \cos\alpha_2 \operatorname{tg}\beta_2). \quad (3)$$

Если принять, что

$$\alpha = \alpha_1 = \alpha_2 \text{ и } \beta = \beta_1 = \beta_2, \quad (4)$$

то сила затягивания материала в зазор между роторами равна:

$$F = G - 2N(\sin\alpha + \cos\alpha \operatorname{tg}\beta). \quad (5)$$

Тогда масса стекла, затягиваемая роторами, при $G = mg$ составляет:

$$m = \frac{F + 2N(\sin\alpha + \cos\alpha \operatorname{tg}\beta)}{g}, \text{ кг}. \quad (6)$$

Производительность устройства и размер частиц на выходе зависят от расстояния n между распределяющими роторами:

$$P = \frac{60}{1000} \rho S_{щ} V_{вал}, \text{ кг/с}, \quad (7)$$

где ρ – плотность продукта, кг/м^3;

$S_{щ}$ – площадь щели между распределяющими роторами, м^2;

$V_{вал}$ – скорость вращения распределяющих роторов, м/с.

$$S_{щ} = bn, \quad (8)$$

где b – длина распределительных роторов, м.

В результате помола образуется крошка однородной фракции 0,4–5 мм, которую затем необходимо подвергнуть химической обработке.

Технологический процесс очистки стекла от вредных примесей

Очистка от люминофора

После разделения фракций полученный стеклянный порошок подвергают в течение 10–30 мин обработке моющим раствором, в качестве которого используют водный раствор соляной кислоты (концентрация 0,01–0,9 от общей массы). Осевший на дне ёмкости люминофор промывают, сушат, просевают и направляют для повторного применения. В результате обработки стеклобоя водным раствором кислоты происходит отделение люминофора от стеклянной поверхности; утилизированный люминофор не отличается по гранулометрическому составу и светотехническим свойствам от впервые использованного люминофора. Затем осуществляется промывка стеклобоя водой – очистка стекла от следов люминофора и минеральной кислоты. Таким образом, на выходе получается смесь двух видов стёкол – свинцового и бариево-стронциевого.

Очистка от свинца

На сегодняшний день единственным и наиболее широко распространённым методом переработки свинцового стекла является применение его в качестве вторсырья для получения свинца. Для этого используют металлургические плавильные печи, в которых флюс частично замещается свинцовым стеклом. Нагрев печи осуществляется с помощью электричества, а в качестве сырья задействуется предварительно измельчённое и смешанное с расплавом оксисульфатной пасты свинцовое стекло (крошка размером до 3 мм). После процесса восстановления при 1200 °С на выходе образуются гранулы свинца и стекло.

Второй способ очистки стекла от свинцовых частиц – его специальная химическая обработка, суть которой заключается в предварительном выщелачивании данного вещества. Процесс выделения, как правило, проводят с помощью азотной кислоты в течение 1 ч, затем осуществляют промывку и сушку измельчённого стекла. Далее продукты выщелачивания отправляют на химический завод для последующей переработки, а полученная стеклянная крошка может быть использована в строительных материалах.

Изготовление бетона с использованием очищенного стеклобоя

Бетон, содержащий наполнители в виде стеклянной крошки, превосходит традиционную строительную смесь. Главные преимущества стеклобетона:

- уменьшенная масса (основные наполнители – цемент, стекловолокно (стекло), песок);
- увеличенная прочность (стеклонаполненный композит отличается устойчивостью к деформациям, а параметры ударной стойкости в 15 раз превышают характеристики бетонного раствора);
- расширенная область применения и широкая номенклатура изготавливаемых изделий;
- значительное количество возможных добавок, разносторонне влияющих на характеристики получаемых строительных материалов.

Однако неверные пропорции компонентов существенно снижают прочность стеклобетона.

Дозирование составляющих бетонной смеси

Степень однородности смеси – показатель эффективности смешивания. Согласно ранее принятому в отечественной литературе определению интенсивность действия смешивающего устройства (она же интенсивность смешивания) характеризуется следующими величинами:

- временем достижения конкретного технологического результата при постоянной частоте вращения или частотой вращения (окружной скоростью смешивающих лопастей) смешивающего механизма при постоянной продолжительности процесса;
- мощностью, расходуемой на смешивание, приведённой к единице объёма или массы смешиваемого материала.

Для производства бетонных конструкций необходимо технологическое оборудование, гарантирующее получение бетонных смесей с требуемыми свойствами и бетона с заданными проектными характеристиками.

При выборе технологического оборудования в соответствии с конкретными видами бетона и особенностями используемой технологии нужно руководствоваться нижеследующими положениями.

В технологии, реализуемой методом предварительного перемешивания, применяются:

- серийное смесительное оборудование отечественного производства;
- спирально-вихревые смесители марок ССВ-0,01 и ССВ-0,3;
- прутково-шнековые смесители марок СПШ;
- импортные смесители предварительного перемешивания, например марки «Экономи-2», в виде базового модуля.

Для виброуплотнения бетонных смесей, в том числе с пригрузом и вакуумированием, может быть использовано серийное технологическое оборудование, применяемое для изготовления обычных железобетонных конструкций.

Технология предварительного перемешивания смесей (премиксинг) с последующим уплотнением посредством различных технологических приёмов рекомендуется для массового выпуска сборных бетонных конструкций в заводских условиях при относительно небольшой номенклатуре изделий и значительных объёмах производства.

При реализации технологии изготовления бетонных конструкций методом премиксинга следует учитывать особенности устройства в них закладных деталей.

Технологическая схема опытно-промышленной линии по производству бетонных листовых элементов с добавлением стеклянной крошки представлена на рисунке 5.

С целью определения оптимального состава смеси с использованием отходов стекла кинескопа проведён эксперимент.

Первоначальный объёмный состав бетонной смеси: одна часть – цемент, 2,6 части – песок, 4,5 части – щебень. В нашем случае дополнительно в состав смеси вводилась стеклянная крошка – 0,4–1,2 части от полученной массы раствора. Соотношение вводимого песка и стеклянной крошки пропорционально, но не более 2,6 части.

Состав смесей, изготовленных для исследования, представлен в таблице 3.

Согласно государственному стандарту бетонные смеси характеризуются следующими технологическими показателями качества: удобоукладываемость, средняя плотность, расслаиваемость, пористость, температура, сохраняемость свойств во времени, объём вовлечённого воздуха. При проведении испытаний качество смеси определяется по её усадке и содержанию воздушных пор, тогда как качество затвердевшей смеси оценивается значениями предела прочности при сжатии через 28 дней. Кроме того, измеряется масса образцов после отлёжки. Готовый материал должен приобрести проектную прочность к определённому сроку и обладать необходимыми свойствами согласно назначению изготовляемой конструкции: водостойкостью, морозостойкостью, плотностью и др.

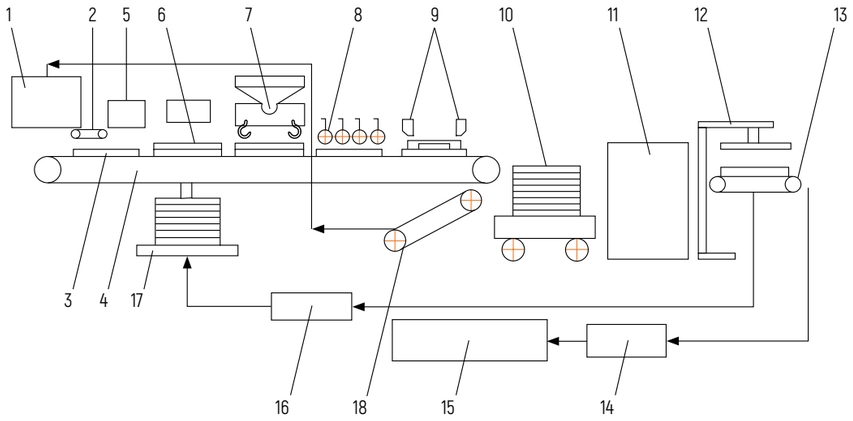


Рисунок 5 – Технологическая схема опытно-промышленной линии по производству стеклобетонных листовых элементов:
1 – смесительная установка; 2 – питатель-дозатор; 3 – поддон укладки смеси; 4 – конвейер формовки изделий;
5 – разравниватель; 6 – поддон формовки изделий; 7 – опрокидыватель-перебросчик; 8 – виброролики; 9 – ножницы; 10 – тележка;
11 – камера предварительного твердения; 12 – распалубовщик; 13 – конвейер; 14 – конвейер влажного твердения; 15 – склад готовой продукции;
16 – пост чистки и смазки поддонов; 17 – перебросчик; 18 – передвижной конвейер подачи исходных материалов

Таблица 3 – Состав смесей для исследования

Образец	Состав, части			
	Цемент	Щебень	Песок	Стеклянная крошка
№ 1	1	4,5	2,6	–
№ 2	1	4,5	2,2	0,4
№ 3	1	4,5	1,8	0,8
№ 4	1	4,5	1,4	1,2

Для получения высококачественных изделий нужно, чтобы бетонная смесь имела консистенцию, соответствующую методам её укладки и уплотнения. Консистенцию смеси оценивают показателями её подвижности или жёсткости. Подвижность смеси – способность растекаться под собственной массой. Для определения данного параметра используют конус, который послойно в три приёма заполняют смесью, уплотняя её штыкованием (рисунок 6)[8].

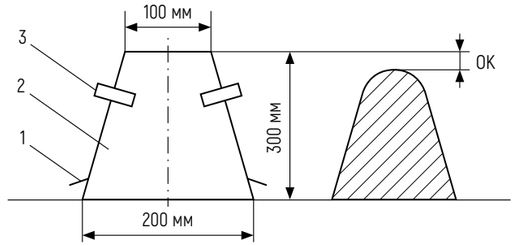


Рисунок 6 – Определение удобоукладываемости смеси по осадке конуса:
1 – опоры; 2 – конус; 3 – ручки; ОК – осадка конуса

В таблице 4 представлены нормативные и экспериментальные значения осадки конуса и марка смеси, отвечающей этим значениям. Марка указывает на подвижность смеси при укладывании: П1, П2, П3 – малоподвижные; П4, П5 – с высокой подвижностью.

Согласно полученным данным экспериментальные смеси соответствуют П3. Значит, все образцы относятся к малоподвижным, т. е. их консистенция густая. Смеси таких марок следует использовать для сооружения монолитных конструкций. При их заливке обязательно применяют вибраторы.

Класс (марка) бетона характеризуется его прочностью, которая определяется при сжатии образцов с ребром 150 мм, изготовленных из рабочей смеси после твердения их в течение 28 суток в нормальных условиях. Нормальными условиями твердения материала считаются относительная влажность воздуха 90–100 % и температура (20 ± 2) °С. Высокая влажность воздуха необходима, чтобы избежать испарения воды из смеси, что может привести к прекращению твердения. Твердение материала ускоряется с повышением температуры и замедляется с её понижением. Экспериментальные показатели образцов представлены в таблице 5.

Таблица 4 – Нормативные и экспериментальные значения осадки конуса

Образец	Осадка конуса образцов, см	Нормативный показатель осадки конуса для разных марок, см				
		П1	П2	П3	П4	П5
		1–4	5–9	10–15	16–20	Более 20
№ 1	10			+		
№ 2	10			+		
№ 3	11			+		
№ 4	12			+		

Таблица 5 – Экспериментальные показатели образцов

Образец	Масса, г		Разрушающая нагрузка, кН	
	до отлёжки	после отлёжки	до отлёжки	после отлёжки
№ 1	2360	2300	112	158
№ 2	2340	2280	124	164
№ 3	2335	2214	118	160
№ 4	2320	2200	108	142

Следует отметить, что образцы при введении стеклянной крошки незначительно уменьшили массу, но увеличили свою прочность. Однако при добавлении крошки в соотношении с песком почти 50/50 прочность снизилась.

Экономический эффект рассматриваемой технологии заключается в увеличении прочности бетонных смесей и расширении области использования отходов стекла кинескопов.

Результаты испытаний (таблица 6) показали, что образцы с добавлением отходов стекла по прочности соответствуют бетону класса С$^{8}/_{10}$ согласно СТБ 1544-2005 «Бетоны конструкционные тяжёлые. Технические условия». Прочность образцов увеличилась на 0,6–2,7 МПа (4,8–21,6 %).

Таким образом, применение отходов стекла в изделиях из бетона позволит повысить прочность бетона при сжатии, что даст возможность экономии цемента и песка (при тех же прочностных показателях конструкции). Кроме того, благодаря предлагаемой технологии увеличится срок безремонтного периода, что особенно важно при строительстве такого масштабного объекта, как экваториальная стартовая эстакада ОТС.

Таблица 6 – Результаты испытаний образцов

Нормируемые характеристики прочности и плотности бетона			Характеристика образца			Результаты испытания			
Класс бетона по прочности	Требуемая прочность при испытании образца, МПа	Отпускная прочность, МПа	Масса, г	Размеры, см	Средняя плотность, кг/м^2	Разрушающая нагрузка, кН	Прочность образца, МПа	Отклонение прочности образца	
								МПа	%
С$^{8}/_{10}$	12,9	9	2360	10 × 10 × 10	2 360 000	112	10,7	–2,2	–17,3
			2300		2 300 000	158	15	+2,1	+16,6
			2340		2 340 000	124	11,8	–1,1	–8,5
			2280		2 280 000	164	15,6	+2,7	+21,6
			2335		2 335 000	118	11,2	–1,7	–12,9
			2214		2 214 000	160	15,2	+2,3	+18,1
			2320		2 320 000	108	10,3	–2,6	–20,3
			2200		2 200 000	142	13,5	+0,6	+4,8

Заключение

Переработка электронных отходов является не только значимым элементом в общей структуре управления отходами, но и представляет интерес с точки зрения материального и ресурсного потенциала. Отмечено, что электронные отходы – существенный источник загрязнения окружающей среды, однако они могут рассматриваться в качестве вторичного ресурса, так как содержат ценные компоненты. Один из таких компонентов – стёкла, используемые для оптического применения, кинескопы телевизоров, экраны мониторов, имеющие сложный состав для их дальнейшей утилизации.

В данной работе представлен технологический процесс подготовки отходов стекла от кинескопов для производства армированных строительных материалов – способом перемешивания и вибрации. Предложено устройство для помола стекла в мелкодисперсную фракцию, обеспечивающее равномерное его смешивание с раствором бетона, и определён оптимальный состав бетонной смеси.

Установлено, что бетонные конструкции, произведённые из смесей новых рецептур, обладают преимуществом по сравнению с обычными – увеличивается прочность на сжатие на 0,6–2,7 МПа (4,8–21,6 %).

Использование рассмотренной технологии, предполагающей внесение стабилизирующей добавки в бетоны, позволит сократить материальные затраты на изготовление стартовой эстакады ОТС и при этом улучшить прочностные характеристики сооружаемого объекта.

Список основных источников

1. *Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – 320 с.*
2. *Юницкий, А.Э. Инженер: автобиография / Анатолий Юницкий. – Минск: Белпринт, 2021. – 400 с.: ил.*
3. *Ельяшкевич, С.А. Телевизоры 3 УСЦТ, 4 УСЦТ, 5 УСЦТ. Устройство, регулировка, ремонт / С.А. Ельяшкевич, А.Е. Пескин. – М.: Символ-Р, 1993. – 223 с.*
4. *The Global E-Waste Monitor 2020. Quantities, Flows and the Circular Economy Potential [Electronic resource] / V. Forti [et al.]. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/342783104_The_Global_E-waste_Monitor_2020_Quantities_flows_and_the_circular_economy_potential. – Date of access: 08.04.2023.*
5. *10 фактов об электронном мусоре [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://plus-one.ru/ecology/2021/04/20/10-faktov-ob-elektronnom-musore. – Дата доступа: 08.04.2023.*
6. *«Относительно прогрессивно». Вышел доклад ООН по электронному мусору, там есть и про Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://wasteinfo.by/news/otnositelno-progressivno-vyshel-doklad-oon-po-elektronnomu-musoru-tam-est-i-pro-belarus. – Дата доступа: 08.04.2023.*
7. *Утилизация телевизоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://musor.moscow/%20blog/utilizacija-televizorov/. – Дата доступа: 08.04.2023.*
8. *Зимина, Е.Л. Анализ возможности использования отходов лёгкой промышленности в производстве материалов строительного назначения / Е.Л. Зимина // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2016. – Вып. 31. – С. 39–46.*

УДК 628.316.6:66.088

Варианты применения электрогидроударной установки в условиях проживания людей в космосе

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

Н.С. Першай[2]
кандидат технических наук

С.А. Арнаут[2]
кандидат технических наук

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Рассмотрены технологические решения применения электрогидроударной установки (ЭГУ) в условиях проживания людей в космосе для обеспечения экологической безопасности замкнутых экосистем. В основу предлагаемых технологических схем положены экспериментальные данные, полученные на ЭГУ UniThorr, разработанной сотрудниками ЗАО «Струнные технологии». Представлены результаты измельчения бурого угля посредством электрогидравлического эффекта (для производства почвогрунтов с целью повышения плодородия почв), а также технология обеззараживания в замкнутой системе водоотведения и водопотребления, в том числе при подготовке оборотной воды для выращивания аквакультуры (на примере рыбы) в искусственно созданной среде ЭкоКосмоДома (ЭКД).

Ключевые слова:
аквакультура, бурый уголь, измельчение природных материалов, космическое индустриальное ожерелье «Орбита» (КИО «Орбита»), обеззараживание воды, почвогрунт, ЭкоКосмоДом (ЭКД), электрогидравлический эффект, электрогидроудар, электрогидроударная установка (ЭГУ).

UDC 628.316.6:66.088

Options for the Use of Electrohydraulic Discharge Equipment in the Conditions of Human Habitation in Space

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

N. Pershai[2]
Ph.D. in Technical Sciences

S. Arnaut[2]
Ph.D. in Technical Sciences

[1] Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

Technological solutions for the use of electrohydraulic discharge equipment (EHDE) in the conditions of human habitation in space are considered to ensure the environmental safety of enclosed ecosystems. The proposed technological schemes are based on experimental data obtained on the UniThorr EHDE developed by the employees of Unitsky String Technologies Inc. The results of grinding brown coal through the electrohydraulic effect are presented (for the production of potting soils in order to increase soil fertility), as well as the technology of disinfection in an enclosed system of water disposal and water consumption, including the preparation of recycled water for growing aquaculture (using the example of fish) in the artificial environment of the EcoCosmoHouse (ECH).

Keywords:
aquaculture, brown coal, EcoCosmoHouse (ECH), electrohydraulic discharge equipment (EHDE), electrohydraulic effect, electrohydraulic shock, grinding of natural materials, Industrial Space Necklace "Orbit" (ISN "Orbit"), potting soil, water disinfection.

Введение

Человек задумался о развитии замкнутых экосистем с началом освоения космоса. Такого рода исследования стали проводиться более 60 лет назад и продолжаются до сих пор, активно набирая обороты. Это связано, во-первых, с возросшим интересом не только мировых государств, но и частных компаний к освоению космического пространства, а во-вторых, с усугублением глобальных проблем современности, нехваткой человеческих и природных ресурсов, стихийными бедствиями, войнами, перенаселением планеты и др. [1, 2].

Инженером А.Э. Юницким разработана концепция строительства космического индустриального ожерелья «Орбита» (КИО «Орбита»). Это многоорбитальный транспортно-инфраструктурный и индустриально-жилой комплекс, охватывающий планету в плоскости экватора и предназначенный для обслуживания земного человечества. Он станет функциональным аналогом экваториального линейного города, своеобразным плацдармом в случае возникновения различного рода космических угроз, в том числе метеоритных, а также технологической платформой для освоения дальнего космоса [1–3].

В структуре КИО «Орбита» предполагается сооружение ЭкоКосмоДомов (ЭКД), представляющих собой замкнутую экосистему биосферного типа, в которой все жители должны быть обеспечены сбалансированным питанием и качественной питьевой водой [4–7]. В такой среде остро проявляется потребность в создании замкнутых систем с полными циклами самообеспечения людей всем необходимым: едой, водой, кислородом и др.

Технологии функционирования ЭКД должны поддерживать комфортные условия пребывания людей. В частности, обязательны:

- постоянное снабжение жителей кислородом в достаточном количестве;
- комплексная очистка воздуха от вредных примесей;
- регулирование влажности;
- контроль за герметичностью отсеков;
- обнаружение и тушение возгораний;
- доставка и хранение воды, её регенерация и очистка;
- обеспечение продовольствием, в том числе хранение продуктов питания, переработка пищевых отходов;
- гигиенический контроль и ассенизация [8].

Процесс создания полноценной, полностью автономной и замкнутой экосистемы весьма сложный, и на сегодняшний день на 100 % удачных экспериментов такого рода не зафиксировано [9–11].

При разработке замкнутых экосистем необходимо отдавать предпочтение оборудованию и технологиям, принцип действия которых основан на использовании электроэнергии. Это обусловлено тем, что в космическом пространстве имеется неиссякаемый источник солнечной энергии, которую можно преобразовать в электрическую, не требующий доставки с Земли природных ископаемых [12]. Следовательно, электрогидроударная установка (ЭГУ) на околоземной орбите станет хорошей альтернативой традиционному и широко применяемому на нашей планете оборудованию. Отметим, что расположение человеческого поселения в космосе затрудняет доставку любых грузов с Земли, поэтому наиболее предпочтительны технологии, предполагающие возможность создания замкнутого цикла с полной автономией.

Использование ЭГУ в промышленности достаточно разнообразно [13]. Известно более 35 направлений применения установки в таких сферах, как машиностроение, добыча полезных ископаемых, строительство, горное дело, медицина, сельское хозяйство, экология, энергетика, а также для дробления стеклобоя, ферромагнитов, растительных отходов, торфа, драгоценных камней, нерудных и других материалов, обогащения руд, извлечения остаточных полезных ископаемых из отвалов, разрушения различного рода объектов (скальные породы, железобетонные конструкции, фундаменты, лёд, мёрзлые породы), механоактивации строительных материалов, смешивания растворов, очистки поверхностей, обеззараживания воды, повышения плодородия почв и др.

Хорошей альтернативой традиционным методам измельчения и обеззараживания в процессе создания замкнутых систем, предназначенных для реализации в ЭКД, может стать использование ЭГУ. Принцип её функционирования основан на электрогидравлическом эффекте (эффект Юткина), сущность которого заключается в преобразовании электрической энергии в механическую с высоким КПД. Происходит это за счёт того, что внутри объёма жидкости протекает специально сформированный импульсный электрический разряд, вокруг зоны которого возникают сверхвысокие импульсные давления, способные совершать механическую работу и сопровождающиеся комплексом физико-химических явлений [13].

Один из главных плюсов внедрения электрогидроударной технологии в условиях космической жизни – экологичность, что продиктовано отсутствием дополнительного введения химических веществ, образования побочных продуктов.

Цель проведённой работы – исследование возможных путей использования ЭГУ при длительном нахождении людей в замкнутой экосистеме ЭКД. Ввиду того что направлений применения ЭГУ достаточно много, были выбраны три, связанные с обеспечением жителей пропитанием и водой.

Первое направление – задействование установки для измельчения природных материалов, в частности бурого угля как компонента лёгкого почвогрунта, предназначенного для культивирования растений в ЭКД [14, 15]. В [13, 16] авторами предлагается в условиях космоса отходы жизнедеятельности и растительные остатки после измельчения использовать в качестве питательных элементов для внесения в почву. В рамках данного направления планируется расширить исследования по измельчению природных материалов с применением ЭГУ.

Второе направление – обеззараживание воды после очистки сточных вод, которая в зависимости от качества может применяться для бытовых и технологических нужд, полива растений и др. [17, 18].

Третье направление – использование в установках замкнутого типа при выращивании аквакультуры, в частности рыбы [19, 20].

Согласно поставленной цели решались следующие задачи:

- определение влияния различных параметров работы ЭГУ на измельчение природных материалов на примере бурого угля в качестве компонента почвогрунта, который предназначен для культивирования растений;
- определение влияния электрогидроудара на гибель микроорганизмов и водорослей в схемах очистки и подготовки питьевой и сточной воды, а также в замкнутых системах выращивания рыбы.

На основе достигнутых результатов предложены изменения в традиционные схемы получения почвогрунта, очистки сточных вод и вод рыбного хозяйства.

Описание работы ЭГУ UniThorr

Исследование проводилось на ЭГУ UniThorr (рисунок 1), созданной сотрудниками ЗАО «Струнные технологии» (г. Минск, Беларусь). Главными составными частями установки являются генератор импульсных токов и рабочая камера. Последняя представляет собой ёмкость, внутри которой находятся обрабатываемый материал, технологическая жидкость, а также отрицательный и положительный электроды. Упрощённая электрическая схема ЭГУ UniThorr показана на рисунке 2.

Рисунок 1 – ЭГУ UniThorr

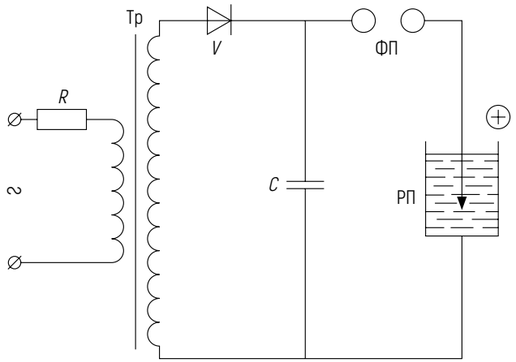


Рисунок 2 – Упрощённая электрическая схема ЭГУ UniThorr:
R – зарядное сопротивление; Тр – трансформатор; *V* – выпрямитель;
ФП – формирующий искровой промежуток;
РП – рабочий искровой промежуток;
C – рабочая ёмкость конденсатора

Установка функционирует следующим образом. От высоковольтного трансформатора через выпрямитель и зарядное сопротивление заряжается конденсаторная батарея. При достижении требуемого напряжения по воздушному промежутку происходит подача напряжения на положительный электрод, расположенный в рабочей камере. Замыкание разрядного промежутка осуществляется искровым пробоем в жидкости между положительным и отрицательным электродами, размещёнными внутри рабочей камеры. Отрицательный электрод представляет собой металлическую пластину, встроенную в дно камеры; положительный имеет вид карандаша из диэлектрика, внутри которого находится металлический пруток.

Применение ЭГУ UniThorr для получения компонента лёгкого почвогрунта

Для полноценного и качественного пребывания людей в ЭКД необходимо их обеспечение сбалансированным питанием. Значит, в замкнутых экосистемах следует в обязательном порядке предусмотреть возможность производства растительной пищи. С этой целью развиваются различные технологии культивирования растений в условиях космического пространства. В [15] описаны эксперименты, а также для ЭКД подобран состав лёгких почвогрунтов с использованием мелиоранта-почвоулучшителя UniTerra, созданного на основе переработки бурого угля [21]. Кроме того, UniTerra содержит гуминовые вещества и почвенные микроорганизмы. Все перечисленные компоненты считаются важным фактором для формирования высокоплодородной почвы [15].

В [16] представлена схема переработки твёрдых пищевых отходов для получения растительной продукции. В данном процессе обязательной стадией является их диспергирование, т. е. дробление частиц твёрдых веществ (растительные остатки, осадки сточных вод, пищевые отходы, помёт и др.) в жидкой среде. В качестве диспергатора здесь может выступить ЭГУ, но требуется подбор технологических режимов работы установки, что и планируется выполнить при проведении дальнейших исследований.

Авторами настоящей статьи изучалось влияние электрогидравлического удара на измельчение бурого угля, определялись основные параметры процесса дробления с целью подбора оптимальных технологических режимов функционирования ЭГУ.

Одно из преимуществ применения установки для измельчения бурого угля в жидкой среде – электрогидравлическое воздействие (обработка суспензии) приводит к повышению содержания азота, улучшает растворимость химических веществ, преобразует их в усвояемую для растений форму; полученная суспензия может дополнительно служить питательным раствором [13, 22].

Для проведения исследований использовали бурый уголь марки Б1 двух месторождений: российского и казахстанского. Диапазон исходной фракции составлял 0–50 мм. В качестве рабочей жидкости применяли водопроводную воду. Её объём в разрядной камере зависел от соотношения угля и воды, а также от массы загрузки.

Бурый уголь в виде водоугольной суспензии помещался в рабочую камеру и обрабатывался в течение определённого времени (до 60 мин). Через заданный промежуток (2–10 мин) проводился отбор проб. Гранулометрический анализ образцов ситовым методом осуществляли по [23]. Для количественной оценки частиц меньшего размера использован метод лазерной дифракции с помощью прибора Malvern Mastersizer 3000.

Проведённые исследования показали эффективное дробление бурого угля в течение 5–10 мин в зависимости от природы сырья и массы загрузки (рисунок 3).

Установлено, что обработка более 10 мин не приводит к значительному увеличению доли частиц размером менее 100 мкм. Возможно, это связано с тем, что при длительном воздействии в дискретных камерах протекают два противоположных процесса – измельчение и коагуляция.

Рисунок 3 – Интегральное и дифференциальное распределение частиц бурого угля после измельчения на ЭГУ UniThorr в течение 10 мин

При дроблении в камере непрерывного режима функционирования ЭГУ при отведении суспензии с частицами менее 250 мкм процесс коагуляции будет исключён.

На микроснимках измельчённого бурого угля (рисунок 4) наблюдается однородность частиц с размерами фракции менее 100 мкм, видны вкрапления минеральной составляющей. Увеличение времени обработки фракционированного исходного сырья (фракция 3–5 мм) приводит к получению частиц более равномерной и округлой формы.

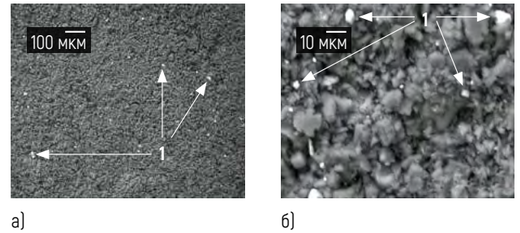
Дальнейшие исследования структуры и химического состава образцов бурого угля выполняли методом сканирующей электронной микроскопии с электронно-зондовым рентгенофлуоресцентным энергодисперсионным химическим анализом (сканирующий электронный микроскоп JSM-5610LV с системой химического анализа JED-2201, JEOL, Япония).

При использовании исходного нефракционированного бурого угля (фракция 0–50 мм) даже при увеличении времени измельчения до 15 мин наблюдается ухудшение качества измельчения, а частицы имеют более вытянутую форму и высокую неоднородность состава (рисунок 5).

Исследования показали, что между результатами измельчения фракции угля с размерами частиц 3–5 мм и 7–50 мм нет значительных различий. В связи с этим эксперименты проводились с исходной фракцией угля 7–50 мм, поскольку частицы более крупного размера разрушаются достаточно быстро и дальнейшее измельчение происходит с такой же скоростью, как и для фракции 3–5 мм.

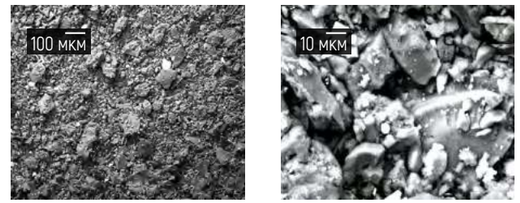
Кроме того, экспериментальным путём подтверждено, что на начальном этапе обработки физико-химические свойства угля оказывают влияние на функционирование установки и требуют корректировки технологического процесса с учётом особенностей исходного материала. Однако конечный результат измельчения после регулировки параметров ЭГУ идентичен. Это говорит о том, что настройку установки необходимо осуществлять под конкретное сырьё и корректировать только при изменении его характеристик. Выбор режима работы ЭГУ прежде всего обусловлен удельной электропроводностью водоугольной суспензии, которая зависит от содержания в буром угле водорастворимых минеральных веществ (рисунок 6).

Повышение удельной электропроводности вызывает ухудшение качества импульса, т. е. появление так называемого холостого разряда, и приводит к снижению КПД установки вследствие того, что полезная работа импульса идёт не на дробление материала, а на нагревание рабочей среды.



а) б)

Рисунок 4 – Электронно-микроскопические изображения структуры образца бурого угля (исходная фракция 3–5 мм) с размерами частиц менее 100 мкм после измельчения в течение 10 мин: а – увеличение в 100 раз; б – увеличение в 1000 раз; 1 – вкрапления минеральной составляющей



а) б)

Рисунок 5 – Электронно-микроскопические изображения структуры образца бурого угля (исходная фракция 0–50 мм) после измельчения в течение 15 мин: а – увеличение в 100 раз; б – увеличение в 1000 раз

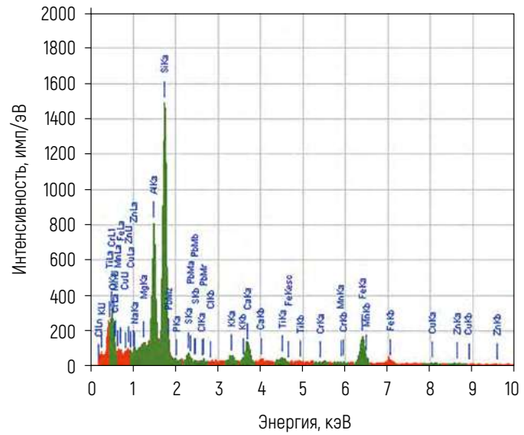


Рисунок 6 – Результат электронно-зондового химического анализа зольного остатка бурого угля

Экспериментально установлено, что в процессе функционирования ЭГУ удельная электропроводность увеличивается за счёт перехода в водный раствор водорастворимых минеральных компонентов сырья (например, зольность казахстанского бурого угля снижается до 40 % в зависимости от времени обработки) (таблица). Кроме того, измельчение бурого угля на ЭГУ для получения удобрений путём щелочной экстракции гуминовых кислот (ГК) приводит к увеличению общего выхода гуминовых веществ на 18–27 %, что, скорее всего, обусловлено разрывом химических связей в процессе помола и повышением их лабильности. При этом возрастает массовая доля фульвовых кислот (ФК) по сравнению с ГК.

Увеличение выхода гуминовых веществ и водорастворимых солей благоприятно скажется на характеристиках почвогрунта, потому что данные компоненты нужны для роста и развития растений [14, 15, 24].

На основании полученной информации сформированы требования к исходному сырью, в зависимости от его характеристик подобраны оптимальные режимы работы ЭГУ.

Общая технологическая схема измельчения бурого угля как компонента почвогрунтов представлена на рисунке 7. При этом, как указывалось выше, в качестве органической составляющей субстратов в замкнутых системах можно использовать растительные остатки, осадки сточных вод, пищевые отходы и др.

Исходный материал (бурый уголь или другое органическое сырьё) собирается в накопительной ёмкости, затем после корректировки/выставления необходимых параметров направляется в рабочую камеру ЭГУ. Сюда же добавляется свежая порция воды и часть жидкости после отстаивания измельчённой массы. При функционировании установки мелкая фракция измельчённой массы через верхний патрубок поступает в резервуар для гравитационного осаждения (как вариант – осаждения под действием центробежной силы в гидроциклоне), где часть воды отводится в промежуточный резервуар, затем насосом снова подаётся в ЭГУ для измельчения. Осадок после отстаивания откачивается и поступает на технологическую линию получения почвогрунтов. Все параметры работы оборудования определяются исходя из производительности линии и характеристик сырья.

Таблица – Изменение параметров бурого угля после обработки на ЭГУ UniThorr

Сырьё	Время обработки, мин	Количество импульсов, шт.	Зольность, %	Массовая доля гуминовых веществ, %		
				Всего	ГК	ФК
Бурый уголь (Россия)	0	0	12,6 ± 0,6	29,3	16,9	12,4
	3	180	8,3 ± 0,4	34,4	19,3	15,1
	6	360	7,9 ± 0,4	33,4	18,2	15,2
	12	720	7,4 ± 0,4	35,8	20,5	15,3
Бурый уголь (Казахстан)	0	0	3,6 ± 0,2	29,6	13,4	16,2
	3	180	3,3 ± 0,2	32,2	15,9	16,3
	6	360	3,5 ± 0,2	40,8	16,6	24,2
	12	720	3,5 ± 0,2	38,9	15,3	23,6

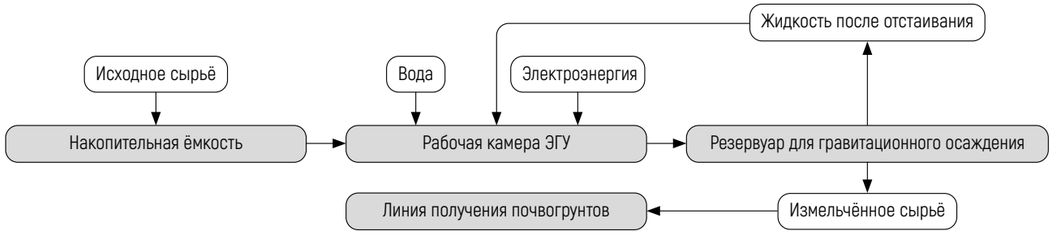


Рисунок 7 – Схема измельчения бурого угля как компонента почвогрунтов

Применение ЭГУ UniThorr для обеззараживания воды

Вода – одна из важнейших составляющих организма человека, без которой существование невозможно. Именно поэтому вопрос обеспечения людей безопасной питьевой водой, соответствующей самым жёстким гигиеническим требованиям и нормативам [3–5], в замкнутых экосистемах является ключевым наряду с питанием и дыханием. В таких условиях остро осознаётся необходимость в создании эффективной замкнутой системы водоотведения, водоочистки и затем водоснабжения жителей ЭКД качественной питьевой водой [6, 7].

Электрические способы очистки представляются наиболее перспективными. Их суть заключается в преобразовании электрической энергии в другие виды, оказывающие влияние на объект обработки. Хорошей альтернативой традиционным методам обеззараживания в процессе создания замкнутой системы очистки станет использование ЭГУ.

Электрогидравлический удар в воде, вызываемый электроимпульсами малой длительности (несколько микросекунд), но с высокой мгновенной мощностью (50–1000 МВт), приводит к появлению активных свободных радикалов, атомарных кислорода и водорода, соединений азота и простейших аминокислот. Осуществлению процесса способствуют воздух и газы, растворённые в воде. Микробная флора, в первую очередь бактериальная, при этом активно гибнет, что связано с ультразвуковым, ультрафиолетовым и рентгеновским излучением плазмы канала разряда, а также с мощным окисляющим действием атомарного кислорода [25].

При обеззараживании воды электрогидравлическим ударом к гибели микроорганизмов приводит комплекс факторов в зависимости от вида/штамма микроба. Обработанная таким образом жидкость приобретает устойчивую во времени бактерицидность. В [26, 27] описаны исследования по влиянию электрогидроудара на различные микроорганизмы, включая бактерии группы кишечной палочки, основной представитель которой *Escherichia coli* [18, 25]. С учётом вышеизложенного можно сделать вывод, что использование данного метода актуально для обеззараживания воды.

В настоящей работе в качестве объекта изучения выбрана грамположительная спорообразующая почвенная бактерия *Bacillus subtilis* (*B. Subtilis*) штамм G ВКМ B-911, или сенная палочка, взятая из собственного банка микроорганизмов лаборатории отдела биотехнологий ЗАО «Струнные технологии» [3, 25].

Выбор объекта исследования продиктован тем, что, с одной стороны, данный штамм является индикаторной тест-культурой для определения эффективности стерилизации. С другой стороны, спорообразующие бактерии могут длительное время находиться в состоянии покоя при неблагоприятных условиях, что позволяет им выживать и эффективнее расселяться. Споры характеризуются низким уровнем метаболической активности, отличаются необычайно высокой термостойкостью, сохраняя жизнеспособность при кипячении в течение нескольких часов, а также повышенной устойчивостью к ультрафиолетовому излучению и механическому воздействию.

Для эксперимента использовали состаренные 3–4-суточные культуры, которые подвергали электрогидроудару. Отбор проб воды до и после воздействия выполняли асептическим способом. Кратность повторения каждой пробы была равна трём. Посев на поверхность плотной агаризованной среды осуществляли методом Коха, инкубировали на питательном агаре и проводили подсчёт выросших колоний [28]. О степени обеззараживания воды судили по изменению количества колониеобразующих единиц (КОЕ), которое выражали в виде общего микробного числа (ОМЧ).

Полученные результаты показали, что обеззараживание происходит весьма интенсивно, а скорость процесса пропорциональна количеству импульсов, вызывающих электрогидравлические удары. Установлено, что остаточное значение ОМЧ при исходной концентрации микроорганизмов 3×10^4 КОЕ/мл составляет менее 50 КОЕ/мл, что удовлетворяет требованиям СанПиН 10-124 [29] к качеству питьевой воды по этому показателю. Наиболее интенсивный обеззараживающий эффект наблюдается при времени обработки до 10 мин, а за начальные 6–10 с функционирования ЭГУ уничтожается до 94 % микроорганизмов (рисунок 8).

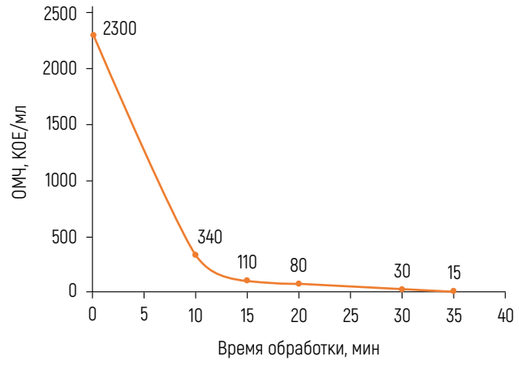


Рисунок 8 – Влияние времени обработки на ОМЧ при исходной концентрации микроорганизмов 3×10^4 КОЕ/мл

Более подробно рассматриваемая тематика исследована и описана в [25].

При организации обеззараживания воды в ЭКД в качестве примера реально существующей системы водоочистки в условиях космоса предлагается к рассмотрению установка на МКС. Здесь реализована технология, включающая дистилляцию и йодирование [30], которая нуждается в улучшении и доработке. Система восстановления обеспечивает чистую воду для космонавтов путём использования мочи, конденсата влаги в жилых помещениях, образовавшегося от пота, дыхания и гигиены экипажа, а также воды из системы восстановления воздуха. Для регенерации воды из конденсата атмосферной влаги применяется сорбционно-каталитический метод с последующей минерализацией, консервацией серебром и пастеризацией очищенной воды. Блок обработки мочи сконструирован для получения 87 % воды из урины экипажа. Извлечение воды осуществляется путём дистилляции с сорбционно-каталитической очисткой. Дистиллят объединяется с конденсатом и обрабатывается с помощью узла водоподготовки, который восстанавливает 100 % данной жидкости. В результате общее восстановление воды составляет около 93,5 % [31]. Регенерация санитарно-гигиенической воды проводится путём фильтрации с последующей сорбционной доочисткой.

Йодирование как метод обеззараживания подходит только для малогабаритных индивидуальных установок; он имеет ряд недостатков, среди которых изменение концентрации йода в процессе работы, невозможность точного дозирования в проточную воду и отсутствие контроля его концентрации. Как показывают исследования, йодирование оптимально в отношении бактерий и вирусов и недостаточно эффективно при воздействии на микробные токсины и фенольные соединения. Ещё одно ограничение на распространение метода накладывает появление специфического запаха при растворении йода в воде.

Вместо блока йодирования предлагается использовать ЭГУ, эффективность которой подтверждена экспериментально. Экономически выгодным считается короткий период воздействия, соответствующий резкому падению значения ОМЧ. Таким образом, предлагаемая технология обеззараживания воды сводится к её периодической ступенчатой электрогидравлической обработке в устройстве, схема которого представлена на рисунке 9. Общие энергетические затраты при этом не превышают 0,5 кВт · ч/м^3 и коррелируют с литературными данными [13].

ЭГУ для очистки воды выполняется в виде трубы со встроенными во втулках, проходящих сквозь её стенки, парами положительного и отрицательного электродов. Положительные должны быть изолированы, а отрицательные могут являться частью самой трубы. Каждая пара электродов будет питаться от самостоятельного разрядного контура.

Принцип работы ЭГУ для очистки воды заключается в следующем. Обеззараживаемая жидкость насосом непрерывно подаётся в ЭГУ и продолжает движение внутри проточной камеры, выполненной в виде трубы. Её корпус снабжён несколькими парами разрядников (количество определяется исходя из мощности установки, объёма жидкости и степени её загрязнения), электроды которых пропущены в диэлектрик через стенку корпуса. Электрогидравлические удары обеззараживают жидкость в потоке с определённым интервалом времени. Скорость обеззараживания пропорциональна энергии импульсов. Простота конструкции ЭГУ облегчает возможность автоматизации и регулирования процессов очистки, а также позволяет создавать компактные установки любой производительности.

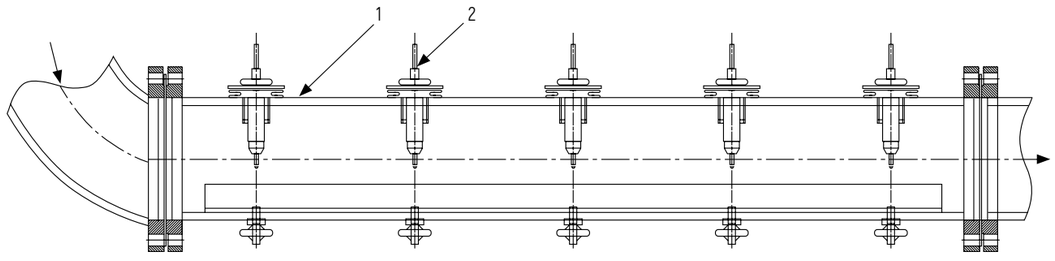


Рисунок 9 – Электрогидравлическое устройство
для очистки и обеззараживания воды:
1 – проточная камера; 2 – электрод

Применение ЭГУ UniThorr в рыбном хозяйстве

При рассмотрении вопроса проживания людей в космосе особое внимание следует уделить развитию аквакультуры как обязательного направления деятельности в замкнутом пространстве ЭКД. Для удовлетворения потребности его жителей в еде, содержащей животный белок, существует не так много вариантов в силу сложности выращивания животных, ограниченности площадей и ресурсов – воды, пищи, кислорода. В качестве источника животного белка стоит рассмотреть рыбу. По пищевым качествам она не уступает мясу, а по усвояемости даже превосходит его. Так, содержание белка в рыбе находится в диапазоне 13–23 %.

На сегодняшний день уровень биотехнологических возможностей выращивания разных объектов аквакультуры позволяет наладить их производство в установках замкнутого водоснабжения [32–35]. Это даёт значительную экономию воды, что является ключевым пунктом в условиях космического пространства с резким ограничением ресурсов. Благодаря системе циркуляции установка заполняется водой однократно, а далее только периодически подпитывается, причём на это требуется всего 4–6 % воды от объёма установки [36].

Классическая схема замкнутой системы водоснабжения для выращивания аквакультуры в рыбных хозяйствах представлена на рисунке 10. Необходимое качество воды в ней обеспечивается функционированием биофильтров. В общем виде схема включает механическую, биологическую в биофильтрах и ультрафиолетовую обработку.

На первой стадии происходит очищение воды, собранной со всех рыбоводных бассейнов в накопительной ёмкости, от механической взвеси, т. е. от фекалий рыб и остатков кормов. В качестве оборудования для этой стадии могут выступать гидроциклоны, барабанные фильтры и др. Скопившийся осадок удаляют и передают на переработку. Гидроциклон очищает воду от крупной взвеси, а барабанный фильтр – от мелкой.

На второй стадии происходит очистка воды в биофильтрах от растворённых примесей, которые невозможно задержать механическими фильтрами. Вода из барабанного фильтра по трубам попадает в биофильтр, представляющий собой резервуар с диффузорами на дне. В них подаётся воздух для постоянной аэрации. В резервуаре с водой также находится пластиковая загрузка для аэрации. На загрузке растут бактерии, которые перерабатывают растворённые вещества. После биофильтра очищенная вода забирается насосами. Специфика функционирования биофильтра обусловлена применением колоний живых организмов: требуется соблюдать благоприятный для них температурный режим, поддерживать определённую влажность, следить за получением бактериями всех необходимых питательных элементов для жизнедеятельности и роста.

Третья стадия – обеззараживание воды при помощи ультрафиолета от патогенных микроорганизмов и бактерий. Далее вода подаётся в оксигенатор, где насыщается чистым кислородом. Это важный этап очистки: здесь вода под давлением смешивается с кислородом, а затем поступает обратно в бассейны.

Ключевая проблема загрязнения воды рыбных хозяйств – активное размножение микроскопических водорослей, которое влечёт за собой появление токсических веществ, продуктов гниения, снижение количества растворённого кислорода, тем самым вызывая гибель рыбы, если система очистки работает недостаточно хорошо. Основные представители микроводорослей, которые приводят к цветению воды, – цианобактерии.

Особенность водоочистки рыбного хозяйства в установках замкнутого цикла заключается в том, что она не требует достижения полного бактериального обсеменения оборотной жидкости. Это обусловлено тем, что выращивание рыбы в стерильной среде снижает её иммунитет. Оптимальный уровень очистки воды должен составлять 70–75 %.

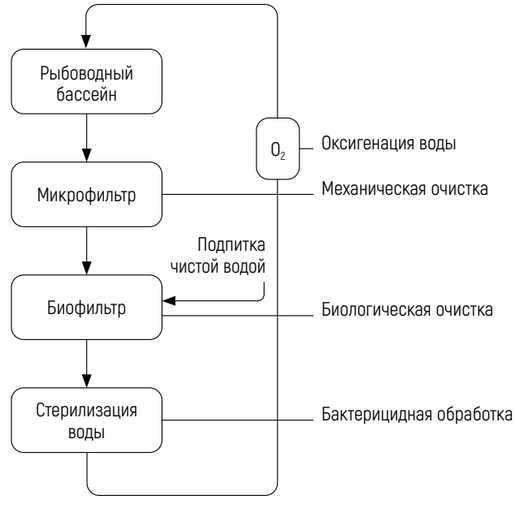


Рисунок 10 – Структура рециркуляционной системы
рыбного хозяйства

Как было описано выше, ЭГУ UniThorr показала хорошие результаты по обеззараживанию воды от бактерий. В [37] имеется информация о применении электрогидроудара для очистки воды рыбохозяйственных комплексов, что дало предпосылки для изучения его влияния на качество воды, содержащей микроводоросли. Кроме того, замена биофильтров на ЭГУ позволит упростить обслуживание и контроль оборудования ввиду отсутствия необходимости поддержания специализированных условий при его работе. Вместе с тем не требуется регенерация и не возникают побочные продукты очистки при меньших занимаемых площадях.

В качестве объектов настоящего исследования выбраны ассоциации почвенных зелёных микроводорослей *Chlamydomonadales*, *Chlorococcales*, *Ulothrichales*, *Desmidiales*, взятые из собственного банка микроорганизмов лаборатории отдела биотехнологий ЗАО «Струнные технологии» [3].

Воздействию электрогидроудара подвергали наработанный инокулят, культивированный в жидкой среде в течение 14 дней. Отбор проб воды выполняли асептическим способом. Кратность повторения каждой пробы была равна трём. Посев на поверхность плотной агаризованной среды осуществляли методом Коха, инкубировали на специальных стеллажах при освещении в течение 12 ч, затем проводили подсчёт выросших колоний на питательной среде для водорослей. Время роста клеток на питательной среде составляло 10–12 дней.

С учётом полученных данных можно увидеть определённую закономерность между временем обработки и общим числом клеток (ОЧК) водорослей (рисунок 11). Сначала в течение первой минуты функционирования ЭГУ происходит резкое падение ОЧК с 2×10^4 до 2×10^2 КОЕ/мл. Затем снижение величины ОЧК продолжается более плавно с 250 до 30 КОЕ/мл. После 5 мин обработки воды с микроводорослями зависимость ОЧК от времени воздействия выходит на плато и слабо изменяется в течение следующих 25 мин. Остаточная концентрация микроводорослей после 30 мин работы ЭГУ – 5 КОЕ/мл.

Результаты проведённых опытов показывают, что использование электрогидроудара позволяет уменьшить биологическое загрязнение, не доводя воду до стерильного состояния, но снижает бактериальную обсеменённость оборотной воды до величины, обеспечивающей комфортные условия разведения рыбы на разных стадиях выращивания.

Комплексный характер электрогидроудара особенно важен при очистке вод, содержащих широкий спектр микроорганизмов. В связи с этим исследовали также озёрную воду, отобранную в экопарке «Акварель» (г. Марьина Горка, Беларусь). Находящийся там искусственный водоём выбран как прототип замкнутой водной экосистемы.

Полученные данные (рисунок 12) идентичны результатам обработки воды, контаминированной *B. subtilis* (рисунок 8) и микроводорослями (рисунок 11).

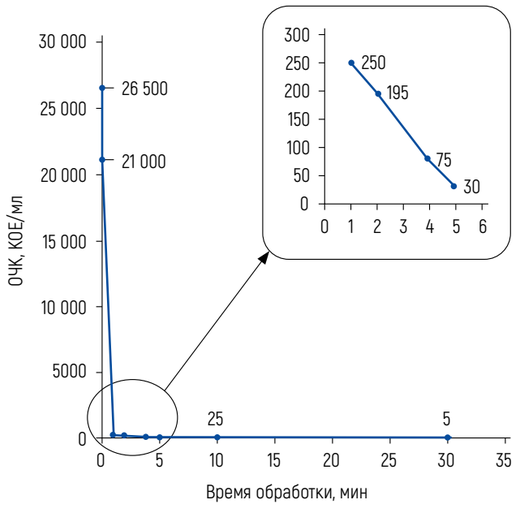


Рисунок 11 – Влияние времени обработки на ОЧК микроводорослей

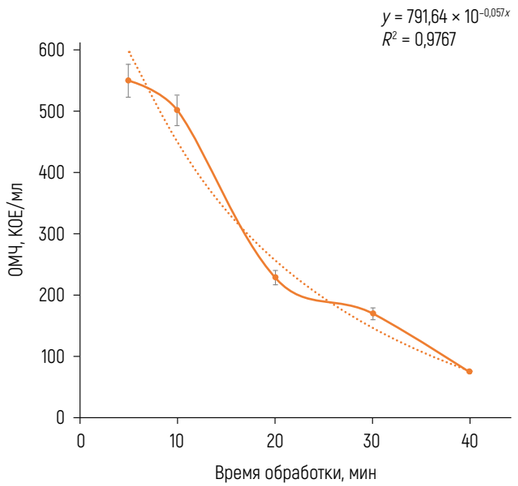


Рисунок 12 – Влияние времени обработки на ОМЧ озёрной воды

Остаточное значение ОМЧ после обработки на ЭГУ UniThorr выше, чем для воды, контаминированной бактериями и водорослями, и составило 75 КОЕ/мл. Данное обстоятельство обусловлено более высоким исходным значением ОМЧ.

На рисунке 13 представлена модернизированная общая схема очистки воды с применением электрогидроудара в установках замкнутого водоснабжения на рыбокомплексах.

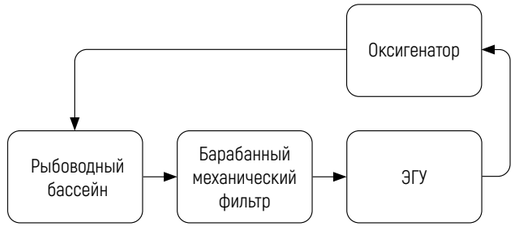


Рисунок 13 – Схема очистки воды для рыбного хозяйства

Принцип функционирования системы заключается в том, что вода первоначально очищается от грубых и мелких примесей, затем подаётся самотёком в установку для электрогидроударной обработки в непрерывном режиме (принцип действия описан выше для системы обеззараживания воды). После очистки вода проходит контроль качества обеззараживания и в случае соблюдения требуемых нормативов подаётся на следующую стадию подготовки перед поступлением в бассейн с аквакультурой. При несоответствии качества воды по любому из показателей она возвращается на вход в ЭГУ на повторную очистку. Параметры работы оборудования подбираются индивидуально для каждого аквакомплекса.

Заключение

В настоящей статье отражены проблемы ограниченности ресурсов в условиях проживания людей в замкнутых экосистемах в космосе. Рассмотрены и апробированы несколько вариантов использования ЭГУ с учётом дальнейшего их применения в КИО «Орбита», показаны преимущества электрогидравлического эффекта. Предложенные решения подкреплены исследованиями, проведёнными в 2020–2023 гг. на экспериментальной ЭГУ UniThorr, разработанной сотрудниками ЗАО «Струнные технологии».

Изучена возможность использования установки:

- для измельчения бурого угля в качестве компонента почвогрунтов с целью культивирования растительной пищи в условиях космоса;
- для обеззараживания питьевой и сточной воды и очистки воды, предназначенной для выращивания рыбы в замкнутых системах (на примере воды, искусственно контаминированной штаммом бактерии *B. subtilis* и почвенными зелёными микроводорослями *Chlamydomonadales, Chlorococcales*, *Ulothrichales, Desmidiales*, а также нативной озёрной воды).

Полученные результаты подтверждают высокую эффективность данного метода и, соответственно, целесообразность использования ЭГУ в схемах замкнутого цикла водопотребления и водоотведения, утилизации отходов, производства почвогрунтов для культивирования растений в жилых кластерах КИО «Орбита».

Дальнейшие исследования будут направлены на увеличение эффективности работы ЭГУ и улучшение её конструктивных элементов, а также на решение вопроса создания полного цикла водопотребления и водоотведения в условиях ЭКД.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Гомель: Инфотрибо, 1995. – 337 с.: ил.*
2. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
3. *Юницкий, А.Э. Почва и почвенные микроорганизмы в биосфере ЭкоКосмоДома / А.Э. Юницкий, Е.А. Соловьёва, Н.С. Зыль // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 179–183.*
4. *Юницкий, А.Э. Создание математической модели общепланетарного транспортного средства: разгон маховиков, прохождение атмосферы, выход на орбиту / А.Э. Юницкий, Р.А. Шаршов, А.А. Абакумов // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»;*

под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 77–83.

5. *Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – 516 с.*
6. *Юницкий, А.Э. Инженер: автобиография / Анатолий Юницкий. – Минск: Белпринт, 2021. – 400 с.: ил.*
7. *Unitsky, A. System Foundations of Non-Rocket Near Space Industrialization: Problems, Ideas, Projects / ed. A. Unitsky. – Minsk: Gradient, 2021. – 568 p.*
8. *Современные системы жизнеобеспечения корабля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sovkos.ru/cosmicheskie-apparaty/sovremennye-sistemy-zhizneobespecheniya-korablya.html. – Дата доступа: 11.06.2023.*
9. *Под куполом: история развития замкнутых экосистем – от разработок СССР до современного Китая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vc.ru/future/50469-pod-kupolom-istoriya-razvitiya-zamknutyh-ekosistem-ot-razrabotok-sssr-do-sovremennogo-kitaya. – Дата доступа: 10.06.2023.*
10. *Растения в космосе. Что и как выращивают на МКС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aogarden.ru/news/rasteniya-v-kosmose-chto-vyrashchivayut-na-mks/. – Дата доступа: 11.06.2023.*
11. *История искусственных биосфер: зачем нужна космическая теплица [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://theoryandpractice.ru/posts/7613-biosphere. – Дата доступа: 15.06.2023.*
12. *Космическая солнечная энергетика и перспективы развития альтернативной энергетики на орбите [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://maxpolyakov.com/ru/kosmicheskaya-solnechnaya-energetika-kak-vid-alternativnogo-istochnika-energii/. – Дата доступа: 15.06.2023.*
13. *Юткин, Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Л.А. Юткин. – Л.: Машиностроение, 1986. – 253 с.*
14. *Перспективные составы и способы производства лёгких почвогрунтов для ЭкоКосмоДома / А.Э. Юницкий [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 250–261.*
15. *Разработка состава почвогрунта для замкнутой экосистемы в космическом пространстве / А.Э. Юницкий [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 412–423.*
16. *Юницкий, А.Э. Использование кровель зданий различного назначения под размещение оранжерей: особенности и оптимальные решения / А.Э. Юницкий, М.М. Давыдик, Н.С. Зыль // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 136–151.*
17. *Головко, А.Н. Перспективы использования электрических методов для очистки жидких органических отходов животноводства / А.Н. Головко, А.М. Бондаренко // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № 1 (41). – С. 52–57.*
18. *Escherichia Coli Disinfection by Electrohydraulic Discharges / W.K. Ching [et al.] // Environmental Science & Technology. – 2021. – Vol. 35 (20). – P. 4139–4144.*
19. *Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://aquacultura.org/upload/files/pdf/library-5.pdf. – Дата доступа: 15.06.2023.*
20. *Экологический справочник для рыбоводной промышленности Северо-Запада России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://barenzevo.arktikfish.com/akvakultura-barentseva-morya/ekologicheskij/6-2-tekhnologicheskie-metody. – Дата доступа: 15.06.2023.*
21. *Мелиорант-почвоулучшитель «Гумус UniTerra». Технические условия: ТУ BY 691935133.002-2019. – Введ. 19.03.2019. – Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2019. – 12 с.*
22. *Мусенко, А.А. Проведение исследований по влиянию ЭГ обработанной воды на рост и развитие растений / А.А. Мусенко, А.А. Белов // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 3 (51). – С. 54–60.*
23. *Топливо твёрдое. Ситовый метод определения гранулометрического состава: ГОСТ 2093-82 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://internet-law.ru/gosts/gost/29876/. – Дата доступа: 15.06.2023.*
24. *Плодородие и физико-химические показатели «космических» почвогрунтов для ЭкоКосмоДома / А.Э. Юницкий [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 313–328.*
25. *Применение электрогидравлического эффекта для обеззараживания сточных вод в условиях проживания людей в космосе / А.Э. Юницкий [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 152–161.*
26. *Белов, А.А. Разработка лабораторной электрогидравлической установки для обеззараживания воды / А.А. Белов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 2 (39). – С. 3–7.*
27. *Проведение эксперимента по обеззараживанию воды обработкой высоковольтными разрядами / А.А. Белов [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 8 (99). – С. 34–43.*
28. *Концевая, И.И. Микробиология: физиологические группы бактерий: практ. рук. / И.И. Концевая. – Чернигов: Десна Полиграф, 2017. – 40 с.*
29. *Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 10-124 РБ 99. – Введ. 01.01.2000. – Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 112 с.*
30. *Долина, Л.Ф. Очистка сточных вод в условиях космоса / Л.Ф. Долина, Ю.А. Ждан, Д.А. Долина // Наука та прогрес транспорту. – 2020. – № 2 (86). – С. 7–15.*
31. *Новая система очистки воды будет работать не только на МКС, но и на Луне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hightech.fm/2021/03/02/new-brine-processor?is_ajax=1. – Дата доступа: 15.06.2023.*
32. *Elements of Circular Technologies in Aquaculture on the Waters of Energy Facilities [Electronic resource] / M. Kalaida [et al.]. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/353241991_Elements_of_circular_technologies_in_aquaculture_on_the_waters_of_energy_facilities. – Date of access: 15.06.2023.*
33. *Совершенствование биотехнологии выращивания сомов (Siluroidea) – Silurus glanis L., Clarias gariepinus, Pangasius sutchi на водах объектов энергетики / М.Л. Калайда [и др.] // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2021. – № 2 (20). – С. 39–51.*
34. *Пиганов, Е.С. Искусственное воспроизводство африканского клариевого сома на базе кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» [Электронный ресурс] / Е.С. Пиганов, М.Ф. Хамитова, М.Л. Калайда. – Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43986244_86910836.pdf. – Дата доступа: 15.06.2023.*
35. *Вода и жизнь на Марсе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_23244541_92556435.pdf. – Дата доступа: 14.06.2023.*
36. *Ибрагимова, Г.Д. Аквакультура как перспективная космическая биотехнология [Электронный ресурс] / Г.Д. Ибрагимова // Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация»: междунар. молодёж. науч. конф., Казань, 27–29 апр. 2022 г.: эл. сб. ст.: в 3 т. – Т. 2. – Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49190352_15822427.pdf. – Дата доступа: 11.06.2023.*
37. *Обеззараживание вод в установках замкнутого водоснабжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--80aaheadwcbnhcvmjd3ae6a0t.xn--p1ai/tech/voda/obez. – Дата доступа: 12.06.2023.*

УДК 631.427.3

Технологические системы для культивирования растений в ЭкоКосмоДоме

А.Э. Юницкий [1, 2]
доктор философии транспорта

Н.С. Зыль [2]

Д.А. Конёк [2]

М.М. Парфенчик [2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Рассмотрены технологии культивирования растений на орбитальной станции, применимые при создании замкнутой экосистемы ЭкоКосмоДома (ЭКД). Описаны существующие установки и субстраты, используемые для выращивания сельскохозяйственных культур на околоземной орбите, а также способы обеспечения питательными растворами и плодородным грунтом. Предложены перспективные направления развития технологии производства растительной продукции на космических станциях и кораблях, предназначенных для длительного пребывания человека. Новизна исследования заключается в том, что в ЭКД выделены зоны рекреационного и интенсивного культивирования растений. Для рекреационной зоны планируется выбрать высокоэффективный метод, который предусматривает применение лёгких почвогрунтов, разработанных на основе биогумуса uTerra и позволяющих создать природную среду на орбитальной станции. Для интенсивного выращивания зеленных и овощных культур, а также для разведения растений с целью получения вторичных метаболитов предлагается задействовать вспененные питательные растворы, приготовленные из комплексной органической подкормки uTerra. Кроме того, проанализирован вопрос защиты растений от болезней и вредителей.

Ключевые слова:
гумус, гумусопоника, замкнутая экосистема, культивирование растений на космических станциях, лёгкий почвогрунт, почва, почвенные микроорганизмы, растениеводство, ЭкоКосмоДом (ЭКД).

UDC 631.427.3

Technological Systems for Cultivating Plants in the EcoCosmoHouse

A. Unitsky [1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

N. Zyl [2]

D. Koniok [2]

M. Parfenchik [2]

[1] Astroengineering Technologies LLC, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

Technologies for cultivating plants on an orbital station, applicable in creating an enclosed ecosystem of the EcoCosmoHouse (ECH), are considered. Existing installations and substrates used for growing crops in near-Earth orbit are described, as well as methods for providing nutrient solutions and fertile soil. Promising areas for the manufacturing technology development for plant products on space stations and ships intended for long-term human stay are proposed. The novelty of the study lies in the fact that the ECH identifies zones of recreational and intensive plant cultivation. For the recreational zone, it is planned to choose a highly effective method which involves the use of light potting soils developed on the basis of uTerra biohumus and allowing to create a natural environment at the orbital station. For intensive cultivation of green and vegetable crops, as well as for breeding plants to obtain secondary metabolites, it is proposed to use foamed nutrient solutions prepared from uTerra complex organic fertilizer. In addition, the issue of protecting plants from diseases and pests is analyzed.

Keywords:
EcoCosmoHouse (ECH), enclosed ecosystem, growing plants on space stations, humus, humusoponics, light potting soil, plant growing, soil, soil microorganisms.

Введение

В настоящий момент происходит активное развитие космической отрасли. Рост мирового космического рынка составляет около 9 % в год [1]. Значительное количество современных исследований посвящено созданию космических станций, предполагающих длительное пребывание человека при минимальном поступлении продуктов питания извне [2]. Такие станции, как правило, выполнены в виде жилых комплексов, где при помощи аэро- и гидропоники возможно культивирование растительной продукции.

Одна из основных задач развития данного направления – конструирование космической станции большого объёма, которая обеспечит своих жителей не только свежей растительной пищей, но и другими продуктами питания, а также иными составляющими, необходимыми для психологического комфорта во время работы и отдыха. Подобной космической станцией является ЭкоКосмоДом (ЭКД) [3].

ЭКД – инфраструктурное решение для длительного и комфортного размещения жителей на околоземной орбите. В ЭКД планируется создать условия для сколь угодно долгого нахождения людей, которым будет предоставлено всё, что требуется для полноценной жизни: органические продукты для здорового сбалансированного питания, чистый воздух, искусственная гравитация, достаточная площадь для работы, отдыха и физической активности, безопасность проживания, благоприятный субтропический микроклимат.

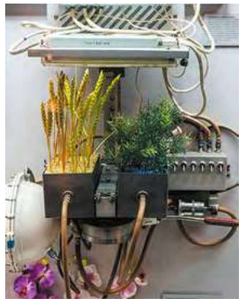
Обеспечение человека полноценным органическим рационом является одной из ключевых составляющих биотехнологий, разработанных для функционирования ЭКД. При этом растительная пища нужна не только людям, но и животным, разводимым для производства продуктов питания.

При стремлении к минимальному, однако достаточному объёму все производственные площади в ЭКД, в том числе предназначенные для культивирования растений, должны быть максимально компактными, но не снижающими качество жизни. Вместе с тем стоит учитывать не только обеспечение жителей ЭКД здоровой пищей, необходимой для полноценного функционирования организма человека, но также и другой аспект. При длительном пребывании в изолированном пространстве на первый план выходят вопросы психологического здоровья [4]. Значит, помимо качественного и незатратного производства растительных продуктов питания в замкнутых экосистемах нужно предусматривать способы проведения досуга, одним из увлекательных вариантов которого, судя по отзывам космонавтов, является уход за растениями [5].

Способы культивирования растений на космических станциях

Системы производства пищевых продуктов в космосе представляют собой последние достижения науки в области сельского хозяйства, биологии и робототехники. Впервые подобные устройства серии «Оазис-1» (рисунок 1) были введены в эксплуатацию в 1971 г. на орбитальной станции «Салют-1», где космонавты проводили эксперименты по выращиванию льна, лука-порея, лука репчатого и пекинской капусты [6].

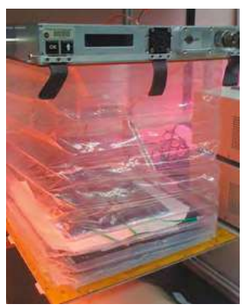
а)



б)

Рисунок 1 – Установка «Оазис»: а – «Оазис-1М»; б – «Оазис-1А» [6]

В 2014 г. состоялся запуск в работу системы Veggie (рисунок 2), предназначенной уже не только для опытов с растениями в условиях микрогравитации, но и для производства продуктов питания [7].



а)

б)

Рисунок 2 – Система выращивания овощей Veggie:
а – наземный прототип до запуска [8]; б – версия Veg-03 в работе [9]

Для удобства транспортировки аппараты такого типа производят сборными. Так, в собранном виде конструкция Veggie составляет 10 % от объёма в рабочем состоянии.

Космические микротеплицы имеют следующие основные компоненты: корпус, систему полива и обеспечения растений питанием, осветительную систему, капиллярный мат или субстрат для растений. Занимаемая площадь в современных установках – около 0,2 м^2.

В качестве освещения используется специализированная светодиодная панель с красными, синими и зелёными светодиодами, которая способна обеспечить растениям более 300 мкмоль/(м^2·с) освещения. Показатели освещённости в различных системах приведены в таблице 1 [7].

Таблица 1 – Системы освещения в установках, предназначенных для культивирования растений на космических станциях

Установка	Тип ламп	Интенсивность света, мкмоль/(м^2·с)	Дополнительная информация
1	2	3	4
«Оазис-1»	Флуоресцентная лампа	50–68	–
«Оазис-1М»	Флуоресцентная лампа	50–68	–
«Оазис-1АМ»	Флуоресцентная лампа	50–68	–
«Оазис-1А»	Флуоресцентная лампа	170–350	Разделение ламп и модуля проращивания позволяет регулировать расстояние между лампами и листьями
«Вазон»	Без дополнительного освещения	Без дополнительного освещения	Для освещения растений использовался свет кабины
«Малахит»	Предположительно флуоресцентная лампа	Нет информации	–
«Биогравистат» / «Магнетобиостат»	Без дополнительного освещения	Без дополнительного освещения	Закрытый отсек для изучения прорастания и раннего развития корней
«Светоблок»	Флуоресцентная лампа	Нет информации	–
Phyton	Нет информации	Нет информации	Сначала использовался свет кабины, позже добавлена отдельная система освещения
«Свет»	Флуоресцентная лампа	≈216 (12 000 лк)	Светодиодная лампа (красный, синий, зелёный)
Plant Growth Unit	Флуоресцентная лампа	30–75	–
Plant Growth Facility	Флуоресцентная лампа	>220	–
Astroculture	Светодиодные лампы (красный, синий)	Красный: 0–450 Синий: 0–50	–
Plant Generic Bioprocessing Apparatus	Флуоресцентная лампа	>350	–
Advanced Astroculture	Светодиодные лампы (красный, синий)	Красный: 0–550 Синий: 0–70	–
Biomass Production System	Флуоресцентная лампа	50–350	Регулируется с шагом 5 мкмоль/(м^2·с)
«Лада»	Флуоресцентная лампа	250	–
European Modular Cultivation System	Светодиодные лампы (инфракрасный, белый)	Нет информации	–

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Plant Experiment Unit	Светодиодные лампы (красный, синий)	110	Соотношение красных светодиодов и синих 3 : 1
Advanced Biological Research System	Светодиодные лампы (красный, синий)	300	–
Veggie	Светодиодные лампы (красный, синий)	>300	–

Данные таблицы 1 показывают: как и в наземном сельском хозяйстве, использование светодиодных источников с комбинацией красного, синего и зелёного излучения наиболее оправдано за счёт их высокой энергоэффективности (около 30 мкмоль/(м^2·с) на расстоянии 20 см на 1 Вт потребляемой мощности), длительного срока службы (50 000 ч и более), простоты эксплуатации [10].

Корпус установки защищает растения от неблагоприятной окружающей среды, поддерживает в кабине повышенную влажность. Складная конструкция позволяет регулировать расстояние между системой освещения и капиллярным матом или субстратом, служащими для проращивания корневой системы и доставки питательных веществ. Таким образом, уход за растениями, снабжение их водой и питательным раствором не занимает много времени у космонавтов [11, 12].

Урожай, полученный благодаря таким системам, используется в качестве дополнительного питания экипажа Международной космической станции (МКС). При проведении опытов на установках Veggie выращенная продукция проходит обработку согласно требованиям микробиологических стандартов NASA, отвечающих за качество еды. В результате дезинфекции количество микроорганизмов снижается на 99 %. Однако подобное обеззараживание будет лишним в замкнутых экосистемах большего масштаба, поскольку сложно представить полную стерилизацию продуктов при их массовом производстве. Кроме того, микроорганизмы являются важной частью биосферы и необходимы для построения замкнутой экосистемы.

В феврале 2023 г. на МКС при помощи установки Veg-05 серии Veggie, предназначенной для производства овощей, получены первые урожаи томатов (рисунок 3). До этого, в 2021 г., на установке Plant Habitat-04 выращен урожай перцев (рисунок 4).

Современное сельскохозяйственное производство, организованное на орбитальных пилотируемых станциях, уже позволяет обеспечить космонавтов небольшим количеством свежей зелени. Для получения существенного объёма растительной продукции, которой нужно не менее 400 г в сутки на одного человека, требуется развивать технологию культивирования растений в таких экосистемах, как ЭКД, предполагающих круговорот веществ и снабжение жителей всей необходимой пищей.

Рисунок 3 – Карликовые томаты, выращенные на МКС с помощью установки VEG-05 [13]

Рисунок 4 – Урожай перцев, полученный на МКС с помощью установки Plant Habitat-04 [5]

Перспективные направления развития технологии производства растительной продукции в космосе

Выделение рекреационной зоны и зоны интенсивного производства растительной продукции

Рекреационная зона предполагает выращивание культур, которым оптимально подходят сооружения оранжерейного типа. Используя технологии, позволяющие, с одной стороны, поддерживать комфортную и эстетически привлекательную для человека среду, а с другой – получать ценные питательные и лекарственные материалы [14], в ЭКД на открытых участках, предназначенных для отдыха, можно высаживать древесные растения, кустарники, часть овощных и фруктовых культур, лекарственные травы. Известно, что уход за растениями способен снимать стресс и создавать психологический комфорт.

Для организации в ЭКД зелёных зон предусматривается применение субстрата, специально разработанного для подобных сооружений и имеющего следующие характеристики: долговечность, низкая плотность, способность удерживать влагу, содержание макро- и микроэлементов, необходимых для питания растений, наличие условий, благоприятных для жизни мелких почвенных животных и микроорганизмов.

Получение растительной продукции в специально оборудованных установках можно отнести к интенсивному производству, которое предполагает разведение в больших объёмах зеленных культур, низкорослых овощных, ягодных, фруктовых, эфиромасличных и лекарственных растений.

Часть зеленных и овощных культур планируется высаживать в специально оборудованных вегетариях, построенных по аналогии с земными автоматизированными комплексами, используемыми в традиционном растениеводстве. Примером таких устройств являются микротеплицы серии Veg-04, «Лада» и «Лада-2», в которых проводятся эксперименты по выращиванию сои, ячменя, ряски, гороха, картофеля, карликовой пшеницы.

Поддержание благоприятной температуры, оптимальной влажности и повышенной концентрации углекислого газа способствует увеличению скорости получения урожая и улучшению его качества. В ЭКД из основного объёма помещений предлагается выделить биотехнологические комплексы, в которых будут созданы контролируемый микроклимат и необходимый состав газовой среды. С помощью абсорбции или газовых фильтров можно поддерживать концентрацию углекислого газа в диапазоне 2000–4000 ppm для растений в зоне интенсивного производства и 300–1000 ppm в рекреационной зоне. С одной стороны, такой подход обеспечит более эффективные процессы фотосинтеза (на 15–20 %) и меньшие показатели интенсивного производства, с другой – газовая среда основного объёма ЭКД будет оптимальной для человека, животных и растений.

Перспективное направление биопроизводства растительной продукции в замкнутых экосистемах – культивирование водорослей и микроводорослей в биореакторах. При этом упор предлагается сделать на компактное выращивание красных морских водорослей и ламинарии.

Микроводоросли могут использоваться как источник ценных белков, витаминов и других микронутриентов. Несмотря на то что большинство из них имеют специфический вкус и запах, человеку, по некоторым данным [15], достаточно 3–4 г биомассы хлореллы в сутки (300–400 г однопроцентной суспензии). Значит, хлореллу и иные микроводоросли можно применять в качестве биологически активной добавки к рациону, ориентированному на антиоксидантное и иммуностимулирующее действие [16].

Гумусопоника: использование жидкого гумуса, содержащего микробиоту, вместо чистой гидропоники

При отборе материалов, отправляемых на космическую станцию, особое внимание уделяется их микробиологической чистоте. Уровень сложности обеспечения таких высоких требований будет пропорционален размеру создаваемых замкнутых экосистем.

В таблице 2 представлено описание искусственных и природных материалов, которые использовались в космических вегетариях.

Так, в первых космических установках (1970–1980 гг.), предназначенных для культивирования растений, применялись более сложные в изготовлении субстраты (ионообменные смолы и агаризованные среды), чем те, которые используются сегодня. Данное отличие можно объяснить стремлением получить однородный субстрат, характеризующийся полностью контролируемыми параметрами. Со временем от подобных составов отказались и перешли к аналогам земных комплексных почвогрунтов, созданных на основе минеральных наполнителей.

В большинстве случаев задействуются нейтральные материалы (природные или искусственные), не содержащие питательных веществ; при этом в качестве питательного раствора подаётся смесь минеральных компонентов.

Таблица 2 – Системы доставки питательных веществ, применяемых в установках для культивирования растений на космических станциях [7, 17]

Установка	Способ питания растений
«Оазис-1»	Ионообменная смола
«Оазис-1М»	Волокнистая ионообменная смола
«Оазис-1АМ»	Тканевая ионообменная среда
«Оазис-1А»	Ионообменная смола; система аэрации корневой зоны
«Вазон»	Тканевый мешок, наполненный ионообменной смолой
«Малахит»	Ионообменная смола
«Биогравистат»/«Магнетобиостат»	Различные материалы в зависимости от типа эксперимента
«Светоблок»	Питательная среда, созданная на основе агара (позже использовались и другие среды)
Phyton	1,5-процентная агаризованная питательная среда
«Свет»	Цеолит (размер частиц 1–2 мм) с минеральными удобрениями пролонгированного действия; система подачи питательного раствора
Plant Growth Unit	Минеральная основа разного состава
Plant Growth Facility	Минеральная основа разного состава
Astroculture	Пористые трубки в минеральной матрице для подачи питательного раствора
Plant Generic Bioprocessing Apparatus	Агар, почва или питательный субстрат в газопроницаемых полипропиленовых мешках, которые можно подключить к водопроводу
Advanced Astroculture	Пористые трубки в минеральной матрице для подачи питательного раствора
Biomass Production System	Пористые трубки в минеральной матрице для подачи питательного раствора
«Лада»	Цеолит (размер частиц 1–2 мм) с минеральными удобрениями пролонгированного действия; система подачи питательного раствора
European Modular Cultivation System	Резервуар с водой, предназначенный для доставки питательных веществ
Plant Experiment Unit	Минеральная вата; встроенная система труб для подачи питательного раствора
«Китайская космическая оранжерея»	Вермикулит с минеральными удобрениями пролонгированного действия
Advanced Biological Research System	Гранулированный субстрат с торфяной смесью и минеральными удобрениями пролонгированного действия и/или подача питательных веществ в виде аэрозоля
Veggie	Гранулированный субстрат с торфяной смесью и минеральными удобрениями пролонгированного действия; ручная подача воды и питательных веществ

Аналогичные системы используются при культивировании растений в промышленных масштабах. Из преимуществ данной технологии можно отметить стабильность работы таких комплексов и высокую урожайность, однако ухудшаются качество и вкус плодов, падает способность растений сопротивляться вредителям и заболеваниям, так как культуры недополучают микро-, ультрамикроэлементы и биологически активные вещества, присутствующие в почве в результате деятельности агрономически ценных микроорганизмов. Растения также образуют симбиоз с микроорганизмами и выстраивают сложные системы взаимодействия [18]. Только в кишечнике человека объём генетической информации бактерий в 100 раз больше, чем его собственной [19]. При использовании органической подкормки для растений uTerra, созданной ЗАО «Струнные технологии» совместно с Крестьянским (фермерским) хозяйством «Юницкого» [20], возможно реализовать гумусопонику – технологию биопроизводства растительной продукции, где будут применяться гуматы, а также агрономически ценные почвенные микроорганизмы, играющие важную роль в биосферном круговороте.

Применение вспененных питательных растворов

Как в условиях искусственной гравитации, так и при невесомости предлагается культивировать растения при помощи вспененных органических питательных растворов, содержащих весь комплекс макро-, микро- и ультрамикроэлементов, изготавливаемых из комплексной органической подкормки uTerra. Использование пены позволит эффективно снабжать зелёные насаждения полезными веществами, снизит вероятность пересыхания корней, обеспечит полное смачивание корневой системы питательными растворами. Оборудование для получения органических пенных субстратов, которые являются одним из вариантов реализации технологии гумусопоники, может быть нечувствительным к механическим загрязнениям и зарастанию форсунок, трубок и фильтров биоплёнками, поскольку в такой конструкции отсутствуют сами форсунки, распыляющие питательные растворы, и фильтры их тонкой очистки. Питательный раствор может иметь механические включения, измельчающиеся при создании пены.

На данный момент существуют способы разведения растений при помощи гидропонных технологий, в которых задействуются форсунки, образующие пену. Преимущество таких систем по сравнению с классической гидропоникой: попадающая на корни пена не задерживается внешним слоем, а проникает вглубь [21]. Из минусов можно отметить более сложный состав и более высокие требования к форсункам. При получении пены другими методами, т. е. не распылением из форсунок, а, например, смешиванием с воздухом посредством вращающегося рабочего органа, можно избавиться от этого недостатка.

Применение лёгких почвогрунтов, разработанных на основе перлита

Выбор питательной смеси, в которой планируется разводить растения в рекреационной зоне ЭКД, во многом определяет не только качество получаемой растительной продукции, но и стабильность всей экосистемы. Экономически целесообразно использовать субстрат с минимальной массой, который будет выполнять все функции земной почвы, т. е. содержать необходимое количество и разнообразие элементов питания и микроорганизмов, также в нём должны развиваться мелкие почвенные животные.

Лёгкие почвогрунты – относительно новый вид субстратов, применяющихся в современном сельском хозяйстве благодаря ряду преимуществ, среди которых малый удельный вес, высокая аэрация корневой системы, большая влагоёмкость, удобство использования, относительно низкая стоимость. Лёгкие почвогрунты состоят из:

- лёгких минеральных наполнителей;
- минеральных источников макро-, микро- и ультрамикроэлементов;
- гумуса;
- органической части, которая включает в себя сообщества тысяч видов агрономически ценных микроорганизмов.

На рисунке 5 показаны исследуемые ЗАО «Струнные технологии» варианты лёгких почвогрунтов, которые имеют концентрацию биогумуса uTerra от 2,5 до 15 %.

Рисунок 5 – Опыт по определению оптимальной концентрации биогумуса uTerra в лёгком почвогрунте, разработанном на основе перлита

Данный эксперимент ещё продолжается, однако предварительно можно сделать вывод, что при выращивании салата-латука оптимальной является концентрация биогумуса uTerra от 7,5 до 12,5 %, используемого совместно с жидкой подкормкой uTerra. В ходе дальнейшего исследования планируется также проанализировать физиологические показатели, надземную и подземную биомассу, качество растительной продукции.

До сих пор сельскохозяйственные, декоративные и лекарственные культуры в основном выращивались на почве или специально подобранных по составу субстратах [22]. По количеству подвижных форм элементов, требуемых для питания растений, лёгкие почвогрунты не уступают более плотным аналогам: имеют контролируемые показатели содержания питательных веществ и могут применяться для выращивания овощей, фруктов, лекарственных трав, как и субстраты, созданные на основе цеолита, которые использовались в опытах с установкой «Свет». К недостаткам лёгких почвогрунтов можно отнести необходимость тщательного подбора состава, контроль его состояния, несколько большую стоимость, чем у почвогрунтов, полученных только из природных материалов и не проходящих дополнительную обработку.

Для ЭКД лёгкие почвогрунты должны служить основой, на которой планируется выращивать широкий перечень культур, по которой станут перемещаться люди и животные и в которой будет происходить процесс переработки органических отходов агрономически ценными почвенными микроорганизмами. В исследовании, посвящённом лёгким почвогрунтам [23], решается вопрос оптимальной организации культивирования растительной продукции на территории ЭКД.

Биологические и физические методы борьбы с вредителями и болезнями растений

Специально завозить вредителей растений в замкнутые экосистемы не планируется, однако в ЭКД они могут попасть даже при самой тщательной проверке посадочного материала. Это происходит из-за того, что споры грибов, бактерии и яйца насекомых-вредителей способны пройти микробиологический контроль.

В настоящее время для борьбы с паразитами разработаны и используются сельскохозяйственные машины, проводящие лазерную обработку всходов от сорняков. Для обеспечения здорового роста зелёных насаждений предлагается при необходимости применять в первую очередь физические методы борьбы, которые влияют на вредителей при помощи температуры, света, контролируемой атмосферы, давления, генераторов озона или плазмы [24]. В качестве средств доставки специального оборудования могут быть задействованы сельскохозяйственные дроны. В дальнейшем при развитии робототехники способы физической защиты растений от вредителей и болезней могут быть существенно усовершенствованы путём внедрения микроробототов.

Для борьбы с корневой гнилью и другими болезнями, затрагивающими внутреннюю часть растительных организмов, помимо контроля условий культивирования можно применять биологические комплексные иммуномодуляторы, созданные на основе хитозана и ванилина, а также препараты, полученные из природных источников [25, 26]. Они не предполагают особых мер предосторожности в отличие от химических средств и одновременно с защитным действием увеличивают скорость вегетации растений.

Заключение

Построение такой инженерной системы, как ЭКД, требует разработки новых высокотехнологичных способов производства растительной продукции. Существующие технологии позволяют разводить в космосе некоторые виды растений для использования в пищу. Многочисленные опыты не выявили каких-либо существенных препятствий для того, чтобы вне Земли масштабно получать овощи, фрукты и зеленные культуры качественного нутриентного состава; богатый урожай может быть собран даже в невесомости при полностью искусственном освещении. Проводимые на данный момент исследования по изучению вегетативных процессов на орбитальных станциях носят по большей части экспериментальный характер и помогают определить особенности разведения растений в условиях космического корабля. В будущем понадобятся системы, которые смогут производить органическую пищу, гарантирующую здоровый рацион людей во время их длительного пребывания в замкнутых экосистемах, таких как ЭКД. Развитие биотехнологий в космосе позволит получать требуемое количество растительной пищи, обеспечивая последующую переработку образующихся органических отходов. Орбитальная станция, в которую извне поступает энергия, может предоставить человеку всё необходимое. Её создание – сложная, но реализуемая задача, так как Земля, по сути, также является большим космическим кораблём с собственной экосистемой, сложившейся за миллиарды лет эволюции.

Указанные направления развития технологии получения растительной продукции в ЭКД при их дальнейшей проработке могут сформировать решения, применимые при комплексном подходе к биотехнологическому производству в замкнутых экосистемах.

Список основных источников

1. *Архипова, Т.В. Мировые тренды в космической сфере и перспективы устойчивого развития космической отрасли России / Т.В. Архипова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 10, ч. 3. – С. 263–268.*
2. *Сергеев, А.С. Современные разработки аэрокосмической отрасли для реализации космических экспедиций / А.С. Сергеев, А.Ш. Асадуллин, А.А. Трифонов // Интернаука. – 2018. – № 19 (53), ч. 1. – С. 82–85.*
3. *Юницкий, А.Э. Особенности проектирования жилого космического кластера «ЭкоКосмоДом» – миссия, цели, назначение / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 51–57.*
4. *Ераховец, Н.В. Принципы построения здоровой среды для жизни, деятельности, развития и отдыха человека в условиях ЭкоКосмоДома / Н.В. Ераховец // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 139–143.*
5. *Costa, J. NASA's Second Pepper Harvest Sets Record on Space Station [Electronic resource] / J. Costa. – Mode of access: https://www.nasa.gov/feature/nasa-s-second-pepper-harvest-sets-record-on-space-station. – Date of access:11.06.2023.*
6. *Harvey, B. Russian Space Probes: Scientific Discoveries and Future Missions / B. Harvey, O. Zakutnyaya. – New York [et al.]: Springer, 2011. – 514 p.: ill.*
7. *Review and Analysis of Over 40 Years of Space Plant Growth Systems / P. Zabel [et al.] // Life Sciences in Space Research. – 2016. – Vol. 10. – P. 1–16.*
8. *Sowing the Seeds for Space-Based Agriculture – Part 2 [Electronic resource]. – Mode of access: https://blogs.nasa.gov/ISS_Science_Blog/2013/09/18/sowing-the-seeds-for-space-based-agriculture-part-2/. – Date of access: 09.07.2023.*
9. *Veggie (VEG) – ISS Plant-Growth Facility [Electronic resource]. – Mode of access: https://spaceflight101.com/iss/veggie/. – Date of access: 05.07.2023.*
10. *Определение ключевых параметров технологического освещения для растений / А.Э. Юницкий [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 170–177.*
11. *A Low Equivalent System Mass Plant Growth Unit for Space Exploration [Electronic resource] / R.C. Morrow [et al.] // 35th International Conference on Environmental Systems, Rome, 11–14 July 2005. – Mode of access: https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2005-01-2843/preview/. – Date of access: 05.07.2023.*
12. *Operational Evaluation of VEGGIE Food Production System in the Habitat Demonstration Unit [Electronic resource] / G. Stutte [et al.] // 41st International Conference on Environmental Systems, Portland, 17–21 July 2011. – Mode of access: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20110014431/downloads/20110014431.pdf. – Date of access: 05.07.2023.*
13. *Cawley, J. NASA Teams Persevere Through Plant Challenges in Space [Electronic resource] / J. Cawley. – Mode of access: https://www.nasa.gov/feature/nasa-teams-persevere-through-plant-challenges-in-space. – Date of access: 29.06.2023.*
14. *Шахно, Е.А. Лекарственные растения для ЭкоКосмоДома: подбор, условия выращивания, область применения / Е.А. Шахно, Н.С. Зыль // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 283–291.*
15. *Разработка технологических подходов к получению альтернативного биотоплива из водорослей / В.В. Заболотских [и др.] // Академический вестник ЭЛПИТ. – 2019. – Т. 4, № 1 (7). – С. 12–38.*
16. *Шалыго, Н. Медицинские аспекты альгологии / Н. Шалыго // Наука и инновации. – 2018. – Т. 2 (180). – С. 20–23.*
17. *Перспективы применения космических оранжерей в комплексе систем жизнеобеспечения космонавтов в условиях лунной орбитальной станции, лунной базы и межпланетных транспортных кораблей / Ю.А. Беркович [и др.] // Космическая техника и технологии. – 2019. – № 2 (25). – С. 37–54.*
18. *An Overview of Plant-Autochthonous Microorganisms and Fermented Vegetable Foods / S. Torres [et al.] // Food Science and Human Wellness. – 2020. – Vol. 9, iss. 2. – P. 112–123.*

19. *Микробиом и микробиота мочи: современные представления и гендерные особенности / М.Н. Слесаревская [и др.] // Урологические ведомости. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 157–165.*
20. *Продукция uTerra [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://uterra.by/products/. – Дата доступа: 03.08.2023.*
21. *Самсонов, Г.П. Выращивание растений с помощью аэропонной технологии / Г.П. Самсонов, Д.Н. Алгазин // Биотехнологии в сельском хозяйстве, промышленности и медицине: сб. материалов регион. науч.-практ. конф. молодых учёных, Омск, 25 апр. 2017 г. / Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере [и др.]. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2017. – С. 118–123.*
22. *Comparison Between Growing Plants in Hydroponic System and Soil Based System [Electronic resource] / R. Gashgari [et al.] // Proceedings of the 4th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering, Madrid, 16–18 Aug. 2018. – Mode of access: https://avestia.com/MCM2018_Proceedings/files/paper/ICMIE/ICMIE_131.pdf. – Date of access: 29.06.2023.*
23. *Перспективные составы и способы производства лёгких почвогрунтов для ЭкоКосмоДома / А.Э. Юницкий [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 250–261.*
24. *Антошин, И.В. Физические методы защиты сельскохозяйственной продукции при хранении / И.В. Антошин, В.Б. Пойда // Инициативы молодых – науке и производству: сб. ст. III всерос. науч.-практ. конф. для молодых учёных и студентов, Пенза, 20–21 июня 2022 г. / ПГАУ; под науч. ред. О.Н. Кухарева, А.В. Носова. – Пенза: ПГАУ, 2022. – С. 15–18.*
25. *A Simplified Synthetic Community Rescues Astragalus mongholicus from Root Rot Disease by Activating Plant-Induced Systemic Resistance / Z. Li [et al.] // Microbiome. – 2021. – Vol. 9 (217). – P. 1–20.*
26. *Инновационные гибридные иммуномодуляторы растений на основе хитозана и биоактивных антиоксидантов и прооксидантов / Э.В. Попова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56, № 1. – С. 158–170.*

УДК 631.812.2:631.872:631.878

Гумусопоника как метод выращивания сельскохозяйственной продукции в условиях ЭкоКосмоДома

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

Е.В. Шерешовец[2]

В.В. Корней[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии», г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Беларусь

Рассматривается гумусопоника как современная технология культивирования растений, предполагающая производство органической продукции без использования почвы, альтернативная общеизвестным методам (гидропоника, аэропоника и др.). Представлены результаты эксперимента по выращиванию зелени салата и горчицы на питательном растворе, содержащем добавки различных компонентов природного происхождения – водного экстракта из биогумуса uTerra и жидкой подкормки uTerra. Изучены возможности применения такого метода для получения сельскохозяйственных растений в условиях ЭкоКосмоДома (ЭКД). Проведён анализ влияния концентраций питательных добавок на урожайность, скорость роста зелёной массы, количество полезных элементов в выращенных культурах. Подтверждено положительное воздействие биогумуса uTerra и жидкой подкормки uTerra на рост и развитие растений.

Ключевые слова:
биогумус, гумусопоника, методы культивирования растений, новые технологии, ЭкоКосмоДом (ЭКД).

UDC 631.812.2:631.872:631.878

Humusoponics as a Method of Growing Agricultural Products in the EcoCosmoHouse Conditions

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

A. Shereshovets[2]

V. Karnei[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

Humusoponics is considered as a modern plant cultivation technology which involves the production of organic products without the use of soil, an alternative technology to well-known methods (hydroponics, aeroponics, etc.). The results of an experiment on growing lettuce and mustard greens in a nutrient solution containing additives of various components of natural origin – an aqueous extract from uTerra biohumus and uTerra liquid fertilizer – are presented. The possibilities of using this method for obtaining agricultural plants under the EcoCosmoHouse (ECH) conditions have been studied. An analysis of the concentration influence of nutritional supplements on yield, growth rate of green mass and the number of useful elements in grown crops was carried out. The positive effect of uTerra biohumus and uTerra liquid fertilizer on plant growth and development has been confirmed.

Keywords:
biohumus, EcoCosmoHouse (ECH), humusoponics, new technologies, plant cultivation methods.

Введение

В современном мире наблюдается стремление к совершенствованию имеющихся способов культивирования растений. Исследование этих способов поможет оптимизировать среду обитания людей в условиях ЭкоКосмоДома (ЭКД) и продолжить прогресс в данной передовой области цивилизационного развития.

В результате повсеместной деградации почв сельскохозяйственного назначения снижается качество растительной продукции, ухудшаются её вкусовые качества. Вместе с тем изменение климата и ограниченность доступных земельных ресурсов ставят под угрозу традиционные методы разведения пищевых культур. Постоянный рост мирового населения приводит к естественной потребности в увеличении количества продуктов питания. В таком контексте способы культивирования растений без использования природной плодородной почвы приобретают всё большую актуальность и популярность [1, 2].

В данной статье раскрывается понятие «гумусопоника», которое подразумевает применение питательного раствора с добавлением биогумуса. Гумусопоника в отличие от аэро- и гидропонных способов производства растительной продукции предполагает снабжение культур полным спектром питательных элементов из органического и минерального сырья, задействование ассоциаций тысяч видов агрономически ценных почвенных микроорганизмов. Новизна настоящего исследования заключается во введении в качестве одного из компонентов жидкой питательной среды органической подкормки, созданной из гуминовых кислот и бурого угля, в процессе выращивания зелени салата и горчицы.

Основными компонентами раствора, предназначенного для культивирования растений без использования природной почвы, выбраны биогумус uTerra и жидкая органическая подкормка uTerra. Эти удобрения получают в Крестьянском (фермерском) хозяйстве «Юницкого» (КФХ «Юницкого») по специальной технологии с применением агрономически ценных ассоциаций почвенных аэробных и анаэробных микроорганизмов, органических добавок, среди которых мёд и продукты пчеловодства, отходы растительной продукции, помёт, навоз и др. [3].

Таким образом, в данной работе рассмотрены перспективные методы культивирования и их преимущества; проанализированы модификации растворов для гидропоники; описан опыт применения питательной среды, содержащей вытяжку из биогумуса uTerra и жидкую органическую подкормку uTerra.

Гидропоника

Проанализируем особенности гидропоники [4, 5]. Технология представляет собой метод выращивания культур, при котором корни погружены в питательный раствор, насыщенный всеми необходимыми макро- и микроэлементами для полноценного роста и развития растений. Основные преимущества гидропоники:

- максимальное использование доступного пространства. В отличие от традиционного метода получения сельскохозяйственной продукции гидропоника позволяет выращивать пищу в вертикальных системах или на полках в несколько ярусов, что способствует эффективному задействованию ограниченного пространства и даёт возможность собирать больше урожая с единицы площади [6, 7];
- экономия воды. В гидропонных системах вода рециркулируется и применяется повторно в отличие от традиционного полива, что существенно сокращает её расход;
- контроль над питательными веществами. В гидропонных системах растения потребляют большее количество питательных элементов из растворов, нежели они смогли бы получить из почвы. Тем самым обеспечиваются оптимальные условия для развития культур и увеличения урожая;
- снижение содержания пестицидов. Закрытые системы гидропоники могут быть более защищёнными от вредителей, что уменьшает необходимость применения химических средств защиты растений;
- максимальное использование питательных веществ. В гидропонике питательные вещества подаются непосредственно в раствор, что позволяет корням растений более эффективно их усваивать. Это значительно снижает потребность в удобрениях и уменьшает загрязнение почвы и водоёмов от химических веществ;
- увеличение урожайности. Благодаря гидропонике растения культивируются в благоприятных условиях (оптимальные освещение, температура, влажность; доступ к питательным веществам), что приводит к повышению урожайности и сокращению потребности в разработке новых земель для сельскохозяйственного использования;
- экономия земельных площадей. Гидропонные системы могут быть развёрнуты вертикально или на крышах зданий, что более эффективно в густонаселённых или ограниченных по площади городских районах.

Предоставляя ряд преимуществ и перспектив для продуктивного сельского хозяйства, гидропоника играет важную роль в современном мире [8].

С ростом населения и урбанизацией всё больше людей переезжают в города, что ограничивает доступ к земельным участкам для традиционного сельского хозяйства. Гидропоника предлагает решение, которое даст возможность выращивать пищевые культуры в вертикальных фермах, на крышах строений или даже внутри контейнеров. Данный метод будет способствовать обеспечению местного и устойчивого источника питания для городского населения.

Благодаря технологии используются непригодные для традиционного сельского хозяйства земли (пустыни, горные районы или загрязнённые участки). Это открывает новые перспективы для аграрного производства в регионах, где ранее оно было невозможно.

В гидропонных системах оптимальные условия для растений создаются в любое время года, что помогает решить проблему сезонности и обеспечить стабильное снабжение продуктами питания, независимо от климатических факторов в конкретном регионе.

Метод позволяет контролировать окружающую среду, исключая задействование пестицидов и химических удобрений, которые могут негативно сказываться на здоровье людей. Следовательно, население получит безопасные, экологически чистые и питательные продукты питания.

Гидропоника является объектом активных исследований в области сельского хозяйства. Учёные и инженеры постоянно работают над развитием её новых технологий и систем с целью повышения эффективности, устойчивости метода и экономии ресурсов. Инновации заключаются в создании более совершенных систем контроля питательных веществ, автоматизации процесса выращивания, использовании альтернативных источников энергии и др. [9, 10].

Способы культивирования растений на гидропонике

Существуют разные системы гидропоники (гидропонные установки), которые могут быть задействованы для культивирования растений без использования почвы. Приведём самые распространённые и эффективные варианты [11].

Капельная система

Является одной из наиболее популярных и простых. Питательный раствор через трубки с капельницами поступает к корням растений, обеспечивая их необходимыми полезными веществами. Система позволяет точно контролировать количество и регулярность подачи раствора, обычно применяется для выращивания мелких и средних культур.

Система флут-и-дрейн

Основана на циклическом затоплении и сливе питательного раствора. Растения размещаются в контейнерах или лотках, которые периодически заполняют питательным раствором, а затем сливают его обратно в резервуар. Таким образом создаются циклы влажности и сухости, что позволяет корням получать питательные вещества и кислород в оптимальном количестве. Система широко используется для различных видов растений, включая фрукты, овощи и травы.

Система непрерывного потока

Ещё один эффективный вариант гидропоники. Питательный раствор непрерывно циркулирует в тонких плёночных каналах, по которым прокладываются корни. Растения получают питательные вещества из движущегося потока. Система обеспечивает оптимальное питание корней, часто применяется для выращивания зелени, салатов и трав.

Вертикальные системы

Позволяют оптимально использовать вертикальное пространство и культивировать растения в несколько уровней. Представим некоторые популярные системы данного типа:

- вертикальные башни состоят из нескольких уровней, на каждом из которых предусмотрены отверстия для посадки растений. Питательный раствор подаётся сверху и проходит через корни, затем собирается и циркулирует снова. Вертикальные башни эффективно задействуют пространство и дают возможность культивировать большое количество растений на ограниченной площади;
- гидропонные стены предполагают высадку растений на вертикальной поверхности; могут быть размещены в специальных модулях или панелях с отверстиями для посадки. Питательный раствор подаётся сверху и проходит через корни, затем собирается и повторно циркулирует. Гидропонные стены идеально подходят для использования внутри помещений и на фасадах зданий;
- вертикальные башни с подвесными корзинами, в которых размещаются растения. Корзины содержат субстрат для удержания корней и позволяют культурам развиваться в вертикальном направлении. Питательный раствор поступает к корням через систему капельниц или форсунок;

• аэропоника – усовершенствованная система гидропоники. Растения культивируются в воздухе без использования субстрата, их корни погружены в туман или тонкий туман питательного раствора, который постоянно поддерживается. Технология обеспечивает высокую доступность кислорода для корней и эффективное питание растений [12, 13].

Некоторые системы могут быть самодельными, собранными из доступных материалов, а другие – коммерческими, специально разработанными для гидропонного выращивания на вертикальных грядках. Каждая из таких систем имеет свои преимущества и особенности. Выбор зависит от потребностей, имеющегося пространства и видов растений, которые необходимо культивировать.

Ниже в виде блок-схемы представлены рассмотренные системы гидропоники (рисунок 1).

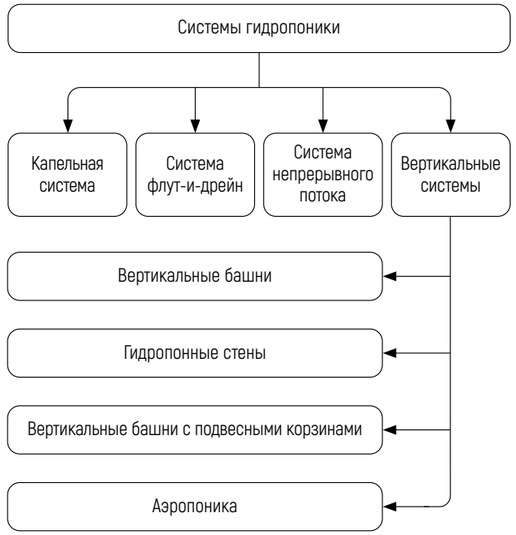


Рисунок 1 – Способы культивирования растений с применением гидропоники

Биогумус в гидропонных системах

Биогумус uTerra является органическим удобрением, образованным в процессе разложения реликтовых и современных органических материалов под влиянием почвенных микроорганизмов и специально выведенной в КФХ «Юницкого» породы земляного червя *Lumbricus* uTerris, способного употреблять в пищу бурый уголь. В настоящей работе приведены результаты эксперимента с задействованием вытяжки из биогумуса, который получают по специальной технологии с использованием инокулята, взятого из мирового Банка почв (создан в КФХ «Юницкого» из образцов природных плодородных земель, не тронутых плугом, доставленных в Беларусь со всех континентов планеты – из более чем 100 регионов мира). Самыми важными критериями в выборе биогумуса uTerra как компонента для гидропонного раствора были его полезные свойства, а также наличие питательных элементов и биологическая активность [14].

Гумус содержит значительное количество необходимых для роста и развития растений веществ – азота, фосфора, калия и микроэлементов. Они медленно высвобождаются в грунт и становятся доступными для поглощения корнями. Это способствует поддержанию питательного баланса и плодородия почв.

Гумус является источником питания и средой обитания для аэробных и анаэробных микроорганизмов (бактерии, грибы, простейшие), которые играют важную роль в почвенной экосистеме. Микроорганизмы, присутствующие в гумусе, способствуют разложению органических веществ, освобождая питательные элементы и создавая благоприятные условия для растений. Кроме того, такие микроорганизмы помогают бороться с патогенными бактериями и грибками, предотвращая заболевания насаждений [15].

В отделе биотехнологий ЗАО «Струнные технологии» (г. Минск, Беларусь) проводятся исследования по разработке, совершенствованию и анализу питательных сред для культивирования растений в условиях ЭКД. Далее представлены новые составы раствора для альтернативного способа производства растительной продукции согласно концепции инженера А.Э. Юницкого [16].

Проведение эксперимента

Употребление человеком зелени – важная часть здорового и сбалансированного образа жизни. Свежая зелень (салат, укроп, петрушка, горчица и др.) является полезным продуктом и содержит ряд нужных элементов и питательных веществ. Стоит отметить, что её свойства могут варьироваться в зависимости от сорта, метода выращивания и способа приготовления.

В качестве объекта исследования выбраны салат-латук (*Lactuca sativa* L.) сорта Lattuga и горчица салатная (*Sinapis arvensis* L.) сорта Муравушка. Такое решение обусловлено их хозяйственной и агрономической ценностью, а также быстрыми сроками созревания.

Рассаду салата и горчицы поместили в наполненные питательным раствором ёмкости объёмом 200 мл (рисунки 2, 3).

Рисунок 2 – Постановка эксперимента (салат)

Рисунок 3 – Постановка эксперимента (горчица)

Для сравнения использовали пять питательных растворов, которые имели общую основную базу микроэлементов (среда Мурасиге – Скуга) и добавки органической подкормки uTerra в разных концентрациях, а также минеральную добавку и вытяжку из биогумуса uTerra в разных количествах. Вытяжку получили путём настаивания биогумуса и воды в соотношении 1 : 2 в течение семи дней.

Состав стандартной питательной среды (контроль), которая является основой для всех экспериментальных растворов, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компоненты среды Мурасиге – Скуга

Компонент	Содержание, мг/л
NH_4NO_3	825
KNO_3	9500
KH_2PO_4	85
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	185
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	220
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	13,9
Na_2ЭДТА	18,65
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	11,15
H_3BO_3	3,1
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	4,3
KI	0,41
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0,12
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,012
$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	0,012

Составы питательных растворов, использованных в эксперименте:

1) стандартный раствор (контроль);

2) стандартный раствор + 5 % вытяжки из биогумуса uTerra;

3) стандартный раствор + 10 % вытяжки из биогумуса uTerra;

4) стандартный раствор + жидкая подкормка uTerra 1 : 500;

5) стандартный раствор + жидкая подкормка uTerra 1 : 1000.

Условия проведения исследования поддерживались на протяжении всего времени постоянными:

- влажность 50–55 %;
- температура 22–24 °С;
- освещение 100 мкмоль/с/м на расстоянии 40 см;
- длина световой волны 340–780 нм.

Во время эксперимента осуществлялись еженедельные замеры прироста вегетативной (зелёной) массы.

Основные результаты эксперимента

Можно отметить положительное влияние вытяжки биогумуса и подкормки uTerra на рост и развитие зелени салата и горчицы (рисунки 4, 5).

В таблице 2 представлен численный результат измерения роста рассады за три недели эксперимента. Первый замер сделан через пять дней после переноса растений на гидропонный раствор.

Рисунок 4 – Салат, выращенный методом гумусопоники

Рисунок 5 – Горчица, выращенная методом гумусопоники

Таблица 2 – Ростовые показатели культур, см

Состав питательной среды	Салат			Горчица		
	5-й день	13-й день	21-й день	5-й день	13-й день	21-й день
Стандартный раствор (контроль)	5,3	9,8	14,2	5,5	15,5	26
Стандартный раствор + + 5 % вытяжки из биогумуса uTerra	8	13	15,5	5,9	16,5	20,6
Стандартный раствор + + 10 % вытяжки из биогумуса uTerra	8,1	13,1	15,4	6,3	19,3	23,8
Стандартный раствор + + жидкая подкормка uTerra 1 : 500	7,7	14,6	17,8	4,9	16,1	25,2
Стандартный раствор + + жидкая подкормка uTerra 1 : 1000	6,1	9,1	17,3	5,2	16,4	25,2

На рисунке 6 изображён график прироста салата на разных составах питательной среды в течение 21 дня. Первый замер проведён через пять дней после переноса рассады на гидропонный раствор. Наибольшее влияние на скорость роста салата оказал состав питательной среды «стандартный раствор + жидкая подкормка uTerra 1 : 500»; отличные результаты дали «стандартный раствор + 5 % вытяжки из биогумуса uTerra» и «стандартный раствор + 10 % вытяжки из биогумуса uTerra». Как видно из графика, в период появления трёх настоящих листков (13-й день) салат на питательной среде «стандартный раствор + жидкая подкормка uTerra 1 : 500» начал активный рост и к концу эксперимента достиг лучшего показателя.

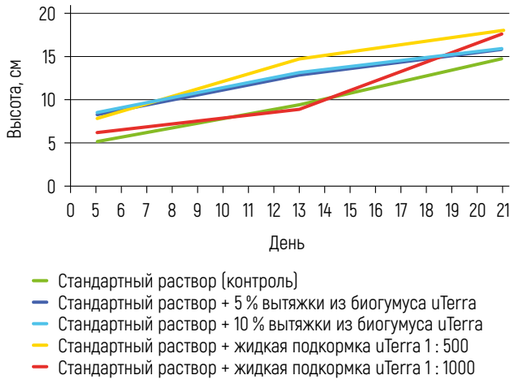


Рисунок 6 – Прирост салата за 21 день

На рисунке 7 изображён график прироста горчицы на разных составах питательной среды в течение 21 дня. Первый замер был сделан через пять дней после переноса рассады на гидропонный раствор.

По окончании опыта с горчицей выявлено, что небольшое отставание в росте отмечается на питательном составе «стандартный раствор + 5 % вытяжки из биогумуса uTerra», остальные составы продемонстрировали примерно одинаковый результат на 21-й день наблюдений. Из эксперимента следует, что салат и горчица по-разному реагируют на добавки в питательных растворах. Можно сделать вывод, что для максимального урожая необходимо более детально изучить концентрации питательных веществ для различных культур.

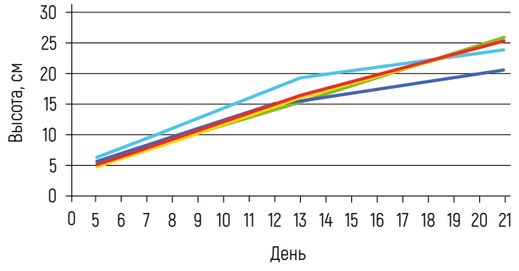


Рисунок 7 – Прирост горчицы за 21 день

В таблице 3 показана масса салата и горчицы, которую набрали растения на разных питательных средах по окончании эксперимента.

Как следует из данных таблицы 3, наибольшую вегетативную массу имеет салат, выращенный на питательном составе «стандартный раствор + жидкая подкормка uTerra 1 : 500»: прирост зелёной массы в три раза по сравнению с контролем. На втором месте среда «стандартный раствор + 10 % вытяжки из биогумуса uTerra»: прирост в 2,5 раза по сравнению с контролем.

Наименьшую зелёную массу имеет горчица, выращенная на питательном составе «стандартный раствор – контроль». Остальные варианты эксперимента показали результаты с незначительной разбежкой: примерно в 1,5 раза больше по сравнению с контролем.

Таблица 3 – Вегетативная масса растений по окончании эксперимента, г

Состав питательной среды	Салат	Горчица
Стандартный раствор (контроль)	22,55	21,17
Стандартный раствор + + 5 % вытяжки из биогумуса uTerra	48,77	26,84
Стандартный раствор + + 10 % вытяжки из биогумуса uTerra	62,58	26,82
Стандартный раствор + + жидкая подкормка uTerra 1 : 500	70,62	30,79
Стандартный раствор + + жидкая подкормка uTerra 1 : 1000	31,03	30,9

Анализ химических элементов

В описанном опыте проанализировано содержание в зелени салата и горчицы полезных для человека минералов, таких как кальций и калий. Кальций является основным структурным компонентом костной ткани, поддерживает стабильную сердечную деятельность, участвует в процессах свёртывания крови. Калий играет важную роль во внутриклеточном обмене, задействован в работе мышц, ионы кальция отвечают за проведение к мышцам нервного возбуждения.

В таблице 4 приведены результаты определения количества калия и кальция в зелёной массе салата и горчицы, выращенных на разных питательных растворах. Для выполнения данной задачи применялся метод пламенной фотометрии на BWB XP Plus Flame Photometer.

Таблица 4 – Содержание калия и кальция в растениях, мг/100 г

Состав питательной среды	Калий		Кальций	
	Салат	Горчица	Салат	Горчица
Стандартный раствор (контроль)	6779	7954	629	730
Стандартный раствор + + 5 % вытяжки из биогумуса uTerra	7380	8462	731	904
Стандартный раствор + + 10 % вытяжки из биогумуса uTerra	7863	8751	710	967
Стандартный раствор + + жидкая подкормка uTerra 1 : 500	7102	8135	588	820
Стандартный раствор + + жидкая подкормка uTerra 1 : 1000	7169	8269	608	830

Из таблицы 4 видно, что наибольшее количество калия и кальция наблюдается в зелёной массе салата и горчицы, выращенных на питательных составах «стандартный раствор + 5 % вытяжки из биогумуса uTerra» и «стандартный раствор + 10 % вытяжки из биогумуса uTerra». По сравнению с контролем содержание калия в салате увеличилось в среднем на 12,5 %, а кальция – на 14,5 %. Показатель калия в горчице возрос в среднем на 8 %, а кальция – на 24 %. Это способствует повышению питательной ценности культур и активному росту вегетативной массы.

Увеличение количества кальция и калия в растениях зафиксировано также при использовании питательной среды с подкормкой жидкой органической uTerra. Значит, данные минералы, содержащиеся в исходной вытяжке биогумуса uTerra и подкормке uTerra, находятся в доступной для растений форме и легко ими усваиваются.

Заключение

Вытяжка из биогумуса uTerra как добавка для питательного раствора в альтернативных методах культивирования растений оказала положительное влияние на их развитие; её использование привело к увеличению ростовых показателей салата и горчицы по отношению к контролю.

Выявлено, что наибольшее количество полезных для человека минералов кальция и калия имеется в салате и горчице, выращенных на питательной среде, содержащей вытяжку из биогумуса.

На формирование вегетативной массы наилучшим образом повлияло добавление к питательному раствору жидкой органической подкормки uTerra. Особенно высокий прирост получен при её добавлении в концентрациях 1 : 500 и 1 : 1000. Хорошие результаты по наращиванию вегетативной массы показали экспериментальные образцы, для которых использовалась вытяжка из биогумуса uTerra. Таким образом, данные натуральные добавки можно считать оптимальным компонентом для питательной среды альтернативного способа культивирования растений.

В ходе исследования установлено: различная концентрация биологических добавок неодинаково влияет на рост на разных стадиях развития растений. Требуется более детальное изучение концентраций задействованных подкормок, скорости потребления культурами питательных веществ для обеспечения эффективной подачи добавок в стандартный раствор.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод: представленный в данной работе метод показывает перспективы культивирования растений не только на минеральных солях, но и используя растворы органических и минеральных веществ, а также ценные почвенные микроорганизмы.

Основной акцент в строительстве технологической платформы ЭКД ставится на улучшение здоровья населения и создание комфортной среды для длительного проживания людей. В замкнутой экосистеме земного биосферного типа требуются различные средства – инструменты, методы, технологии и др. – для поддержания жизнедеятельности. Применение гумусопоники как способа получения органического продукта совместно с другими экологичными биотехнологическими решениями позволит жителям ЭКД поддерживать в условиях космоса автономность в обеспечении полноценной органической пищей.

Список основных источников

1. *Ямов, П.С. Гидропоника / П.С. Ямов // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сб. материалов LV студенч. науч.-практ. конф., Тюмень, 17–19 марта 2021 г. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2021. – С. 743–746.*
2. *Болтовский, С.Н. Плюсы и минусы гидропоники / С.Н. Болтовский, С.Р. Баймухамбетов, Е.В. Демчук // Новая наука: современное состояние и пути развития. – 2016. – № 12-4. – С. 46–48.*
3. *Почвенный эликсир универсальный uTerra [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://uterra.by/. – Дата доступа: 01.06.2023.*
4. *Карпухин, М.Ю. Автоматизированные гидропонные системы для сити-фермерства / М.Ю. Карпухин // Аграрное образование и наука. – 2022. – № 1. – С. 2.*
5. *Воронина, М.В. Использование методов гидропоники в сельском хозяйстве / М.В. Воронина // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам XII всерос. конф. молодых учёных, Краснодар, 5–8 февр. 2019 г. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2019. – С. 219–220.*
6. *Hydroponics as an Advanced Technique for Vegetable Production: An Overview / N. Sharma [et al.] // Journal of Soil and Water Conservation. – 2018. – Vol. 17, iss. 4. – P. 364–371.*
7. *Sardare, M.D. A Review on Plant Without Soil – Hydroponics / M.D. Sardare, S.V. Admane // International Journal of Research in Engineering and Technology. – 2013. – Vol. 2, iss. 3. – P. 299–304.*
8. *Тексье, У. Гидропоника для всех. Всё о садоводстве на дому / У. Тексье. – Париж: Mama Editions, 2013. – 296 с.*
9. *Технологии будущего в овощеводстве защищённого грунта: многоярусная узкостеллажная гидропоника / Т.И. Балашова [и др.] // Вестник ОрелГАУ. – 2017. – № 3 (66). – С. 71–74.*
10. *Курылева, Н.В. Гидропоника как метод выращивания зелёных культур / Н.В. Курылева, А.В. Юрина // Молодёжь и наука. – 2016. – № 5. – С. 69.*
11. *Юрьева, Е.В. Гидропоника и аквапоника как современные методы выращивания растений и рыбы / Е.В. Юрьева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы нац. науч.-практ. конф., Саратов, 4–5 окт. 2016 г. – Саратов: Науч. кн., 2016. – С. 146–150.*
12. *Jones, J.B. Jr. Complete Guide for Growing Plants Hydroponically / J.B. Jones Jr. – Boca Raton: CRC Press, 2014. – 223 p.*
13. *Design, Construction and Testing of IoT Based Automated Indoor Vertical Hydroponics Farming Test-Bed in Qatar / M.E.H. Chowdhury [et al.] // Sensors. – 2020. – Vol. 20, iss. 19. – P. 5637.*
14. *Piskaeva, A.I. Analysis of Influence of Biohumus on the Basis of Consortium of Effective Microorganisms on the Productivity of Winter Wheat / A.I. Piskaeva // Foods and Raw Materials. – 2017. – Vol. 5, iss. 1. – P. 90–99.*
15. *Юницкий, А.Э. ЭкоКосмоДом как пространство для сохранения видового разнообразия тропической и субтропической флоры / А.Э. Юницкий, В.К. Павловский, Д.В. Феофанов // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 153–157.*
16. *Юницкий, А.Э. Программа перезагрузки экономики Союзного государства России и Беларуси на биосферный путь цивилизационного развития / А.Э. Юницкий. – Минск, 2022. – 208 с.*

УДК 629.78:581.54

Сравнительная характеристика современных технологий культивирования растений в условиях ближнего космоса

А.Э. Юницкий[1, 2, 3]
доктор философии транспорта

И.А. Деменская[3]

А.В. Кушниренко[2, 3]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[3] Крестьянское (фермерское) хозяйство «Юницкого»,
г. Марьина Горка, Беларусь

Рассмотрено несколько технологий растениеводства в ближнем космосе и определены факторы, влияющие на возможность их внедрения в условиях микрогравитации и ограниченного пространства. Проанализирована значимость микрогравитации для полноценного развития культур. Описаны технологии, предложенные А.Э. Юницким для разведения растений в околоземном пространстве, и перспективы использования новых методов, в том числе для озеленения пустынь. Представлены результаты экспериментов, проведённых на территории Крестьянского (фермерского) хозяйства «Юницкого», и показаны дальнейшие предпосылки развития органического сельского хозяйства на Земле, а также его применения на космическом индустриальном ожерелье «Орбита».

Ключевые слова:
космическая оранжерея, магнетизм, Международная космическая станция (МКС), растения в космосе, технологическая платформа uGreen, технология озеленения пустынь, Sustainable-BioTech, Sustainable Biosphere Cluster (SBC), uTerra.

UDC 629.78:581.54

Comparative Characteristics of the Current Technologies of Plant Cultivation in Near Space Conditions

A. Unitsky[1, 2, 3]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

I. Demenskaya[3]

A. Kushnirenka[2, 3]

[1] Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

[3] Unitsky's Farm Enterprise,
Maryina Gorka, Belarus

The authors have reviewed several technologies of crop production in near space and identified factors that influence the possibility of its introduction in microgravity and limited space. There is an analysis of the significance of microgravity for the full development of crops. The article includes description of the technologies proposed by A. Unitsky for breeding plants in near space and the prospects of using these new methods, including for desert gardening. There is also review of the results of experiments conducted on the territory of the Unitsky's Farm Enterprise. Also further stages of development of organic agriculture on the Earth as well as of its application on the Industrial Space Necklace "Orbit" are shown.

Keywords:
desert gardening technology, International Space Station (ISS), magnetism, plants in space, space greenhouse, Sustainable-BioTech, Sustainable Biosphere Cluster (SBC), uGreen technological platform, uTerra.

Введение

Технологии культивирования растений в околоземном пространстве могут использовать множество научных и технических методов, которые позволяют достичь результата в условиях невесомости и повышенного космического излучения.

Одной из основных распространённых технологий является гидропоника – способ выращивания культур в воде, в которую добавляются минеральные и питательные вещества. В космосе гидропонические системы предоставляют растениям необходимое питание и воду, а также изоляцию и пространство для культивирования. Для обеспечения достаточным светом и теплом применяются специальные системы освещения и обогрева, в частности светодиодные лампы, которые имитируют естественный солнечный свет. Кроме того, для создания оптимальных условий при разведении растений в околоземном пространстве используются особые методы. На Международной космической станции (МКС), к примеру, – система замкнутого цикла: все отходы обрабатываются и перерабатываются в новые источники питания и воду для растений [1]. Биологи и инженеры-космонавты продолжают предлагать новые технологии для улучшения процесса культивирования растений в космосе и увеличения урожайности и качества продукции.

В настоящее время рассматриваемая тема широко освещена в открытых источниках информации. По данным Академии Google, имеется более 4 млн публикаций, которые прямо или косвенно касаются вопросов растениеводства в космическом пространстве; проведённый патентный поиск указывает на более чем 1000 работ по этой теме [2]. Помимо обзорных статей и патентов Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) на постоянной основе публикует материалы о технологиях выращивания культур, осуществляя эксперименты на Земле и в космосе [3].

Можно выделить четыре ключевые области исследований, которые характеризуют технологию разведения растений на орбитальных станциях.

1. Создание устройств для выращивания культур в замкнутом пространстве.

Конструктивно данные устройства представляют собой многофункциональный аппарат, оранжерею, стеллаж, бокс, модуль. Основным их назначением является организация производства растений. Примером реализации устройства в виде модуля служит действующая система выращивания овощей Veggie [4]. Проект действует с 2014 г. и в настоящее время используется на борту МКС.

2. Разработка систем и методов, обеспечивающих культивирование растений в условиях микрогравитации, ограниченного уровня освещённости, влияния космического излучения. Среди них:

- искусственная почва;
- кондиционирование и охлаждение;
- фиксация растений;
- искусственное освещение;
- контроль за ростом и развитием культур;
- сбор и перераспределение CO_2;
- обеспечение водными и минеральными элементами питания;
- автоматизированные и роботизированные системы мониторинга.

В частности, примером решения задачи о влиянии гравитации на развитие культур является зарегистрированный в 2023 г. патент на магнитное устройство, внутри которого имеется пространство, охватывающее основание растения и позволяющее ему расти вдоль вертикальной оси. Магнитные элементы окружают культуру таким образом, чтобы создавать вращающееся магнитное поле для усиления роста [5].

3. Анализ поведения растений, предполагающий их изучение на клеточном уровне в невесомости; проведение соответствующих экспериментов.

Необходимость таких опытов вызвана влиянием среды. Клетки ведут себя иначе в космосе, чем на Земле, ведь жидкости, в которых они существуют, движутся поразному в условиях микрогравитации. Значит, нужно понимать, как сигналы проходят между клетками, как клетки дифференцируются или делятся, растут или метаболизируются, а также какие изменения наблюдаются в ткани, которая из них состоит [3]. К числу исследований в данной области можно отнести опыты на МКС по разведению растений в замкнутых системах для получения свежих овощей и фруктов. В процессе эксперимента используются грунтовые микробы для разложения органического материала, при этом культуры получают вещества, нужные для роста и развития [1].

4. Разработка способов озеленения. Благодаря накопленному опыту в результате проведённых экспериментов и наблюдений удалось создать единую систему – зелёные космические оранжереи, цветущий сад. На сегодняшний день эта концепция ещё находится на стадии исследований и не имеет практической реализации на околоземной орбите.

Оранжереи в космосе представляют интерес для изучения влияния микрогравитации и радиации на растения, а также для тестирования системы жизнеобеспечения в долгосрочных миссиях космических кораблей и различных космических объектов. Кроме того, такие оранжереи могут иметь практическое применение в дальнейшем, когда люди начнут колонизировать другие планеты. Растения будут необходимы для снабжения пищей и кислородом, а также для создания атмосферы на этих планетах. Однако построение оранжерей в космосе – нетривиальная задача, которая требует разработки специальных технологий и методов растениеводства в условиях микрогравитации и сильной радиации [1].

Поскольку в рассмотренных четырёх областях исследований отражаются изменения представлений человека о технологиях культивирования растений на земной орбите, задачами данной публикации являются:

- провести анализ текущего состояния технологий растениеводства, используемых в ближнем космосе; оценить, как применяемые в настоящее время методики создания микробиологических препаратов и струнных оранжерей могут дополнить представления человека о ведении земледелия на орбите, в том числе как полученные знания позволят задействовать эти технологии для культивирования растений в экстремальных условиях тропического климата на Земле;
- рассмотреть возможности биосферных технологий в области эффективного решения энергетических, экологических и иных проблем, затронув практический вопрос озеленения пустынь на Земле; оценить, какие шаги уже предприняты на пути к достижению этой цели;
- дать прогноз эволюции технологий культивирования растений на орбите; описать сдерживающие факторы, а также сформулировать предложения по развитию растениеводства в искусственных и экстремальных условиях внешней среды с учётом текущих трендов; представить перспективы проекта, направленного на образование биосферного кластера на территории ОАЭ.

При подготовке публикации протестировано использование искусственного интеллекта (ChatGPT), разработанного компанией OpenAI, для широкого охвата значительного количества накопленных знаний в изучаемой области и ускорения решения задач создания благоприятной среды для проживания человека на Земле и в космосе.

Предпосылки формирования основных технологических направлений культивирования растений в условиях ближнего космоса

Задачи по разведению растений в экстремальных условиях на планете Земля и на орбите – в невесомости, при высоких и низких температурах и др. – становятся всё более актуальными в научно-практическом плане и формируют целую индустрию. Основным трендом является создание технологий растениеводства в искусственной среде с учётом разнообразных факторов окружающего мира. Ежедневно мы находим подтверждение этому в публикациях СМИ.

Примерами развития таких технологий может быть завершённый в 2023 г. эксперимент по выращиванию арбузов на антарктической станции «Восток», в котором была применена беспочвенная технология (панопоника) [6], и собранный в 2023 г. урожай карликовых томатов, выращенных на МКС с помощью системы Veggie (в рамках исследования VEG-05) и доставленных астронавтом из ОАЭ для последующего анализа в Космический центр Кеннеди во Флориде [3].

Данные примеры – ответы на вызовы, стоящие перед человечеством в текущем столетии. Основные факторы и драйверы, направляющие вперёд индустрию культивирования растений на земной орбите и в условиях экстремального земледелия:

- рост числа населения Земли и, следовательно, вопросы влияния деятельности человека на планету и её способность поддерживать жизнь людей и других биологических видов [7];
- ориентация на обеспечение собственной продовольственной безопасности. В масштабах всего мира число людей, страдающих от хронического недоедания, в 2018 г. превысило 821 млн, хотя за три года до этого составляло 777 млн; 10 из 13 крупнейших продовольственных кризисов в мире вызваны конфликтами; 60 % голодающих живут в зонах конфликта [8];
- деградация земель и сельскохозяйственных угодий в результате чрезмерного использования удобрений и агрохимикатов, а также вследствие ветровой и водной эрозии, строительства автомобильных дорог. По данным ООН, ежегодно из-за деградации земель утрачивается до 12 млн га сельскохозяйственных угодий, что составляет 0,2 % площади таких земель в мире [9];
- замедление роста мировой экономики, которое больше всего касается развивающихся стран и влияет на увеличение числа голодающих [10];

• локальные тренды, связанные с освоением новых ареалов и территорий – на Земле или в космическом пространстве [11].

Понимая перечисленные выше тенденции, А.Э. Юницкий сформулировал тезис «Биосфера планеты – это наш родной дом, точнее, одна большая коммунальная комната, в которой нет даже перегородок» [11].

Характеристика современных технологий культивирования растений в условиях ближнего космоса

Характеристику эволюции представлений в области культивирования растений в ближнем космосе предлагается рассматривать в нескольких аспектах:

- этапы жизненного цикла развития технологий;
- факторная модель развития технологий.

Подход к изучению эволюции технологий с точки зрения оценки стадий жизненного цикла отраслей использован многими авторами научных статей [12]. Применяя его, можно выделить основные этапы технологического развития растениеводства на земной орбите, которые подробно представлены коллективом учёных ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» [13]. Им удалось проследить становление технологии от момента зарождения идей задействования биологических элементов в системах жизнеобеспечения пилотируемых космических аппаратов, начиная с 1895 г., связанных с такими именами, как К.Э. Циолковский [14] и Ф.А. Цандер, до 1999 г., когда были осуществлены эксперименты на борту российского сегмента МКС в оранжерее «Лада». В таблице 1 показаны этапы развития технологий культивирования растений в ближнем космосе.

Каждый следующий этап эволюции технологий связан с выявлением и решением новых задач преодоления влияния внешних факторов окружающей среды для обеспечения возможности культивирования растений в искусственных условиях, в том числе в ближнем космосе. Для анализа воздействия таких факторов на развитие технологического процесса выращивания культур в околоземном пространстве предлагается использовать диаграмму Исикавы [15].

Таблица 1 – Характеристика этапов развития технологий культивирования растений в условиях ближнего космоса

Этап	Длительность	Основные результаты
1. Формирование концепции выращивания	1895–1950 гг.	Сформулированы видение и роль биотехнологических элементов в системах жизнеобеспечения космических аппаратов. Зародилась концепция разведения растений на земной орбите
2. Начало опытов	1951–1962 гг.	Доставлены первые семена на околоземную орбиту. Проведены исследования влияния микрогравитации на биообъекты
3. Подтверждение ряда гипотез	1962–1988 гг.	Осуществлены научно-исследовательские и практические эксперименты по выращиванию культур на околоземной орбите с использованием установок различного типа, созданных на основе гидропоники. Подтверждена возможность онтогенетического развития и репродукции растений, что обусловило их употребление в пищу космонавтами
4. Начало развития концепции создания оранжерей	1988–1999 гг.	Выявлены генетические последствия выращивания культур в ряду поколений на борту российского сегмента МКС. Осуществлён переход к концепции создания оранжерей для культивирования растений на постоянной основе
5. Развитие технологий по типу оранжерей	С 2000 г. по н. в.	Получили развитие автоматические и полуавтоматические оранжерейные технологии растениеводства. Расширено число культур, используемых для выращивания в условиях микрогравитации. Сформировано представление о возможности создания оранжерей в космическом пространстве при длительных пилотируемых экспедициях

При её построении в качестве решаемой проблемы, на которую направлена разработка технологии разведения растений в ближнем космосе, следует рассматривать достижение главной цели проекта «ЭкоКосмоДом» (ЭКД) – длительное комфортное проживание человека за пределами Земли (рисунок 1) [15].

Набор факторов, влияющих на развитие технологий культивирования растений в искусственно созданной среде (на земной орбите), формировался в течение более 100 лет изучения космоса. Основные из них:

- микрогравитация: воздействует на рост культур, приводит к негативным изменениям их формы, структуры и функций;
- радиация: является серьёзной угрозой для растений и может вызывать мутации и повреждение ДНК;
- отсутствие условий для роста: за неимением земной плодородной почвы культуры должны выращиваться в специальных контейнерах, оборудованных искусственным освещением и системами орошения;
- длительность космических полётов: освоение Марса, других планет и космических объектов может потребовать производства растений в течение продолжительного времени;
- лимитированный объём: культуры должны быть выращены в небольшом пространстве космической станции или капсулы, что может ограничить их количество, габаритные и весовые характеристики [1].

Представим фрагмент классификации факторов производственного процесса культивирования растений в космосе (таблица 2). Данная классификация является системой последовательных делений, которые осуществлены с точки зрения влияющих признаков. Факторы сгруппированы таким образом, что их позиция позволяет судить об их свойствах. Итоговый результат классификации легко интерпретировать, поскольку он приведён схематично в табличной форме.

Для дополнительного анализа в качестве исследуемого параметра рассмотрим такие факторы окружающей среды, как условия микрогравитации и ограниченного пространства, и то, как они сказываются на культивировании растений.

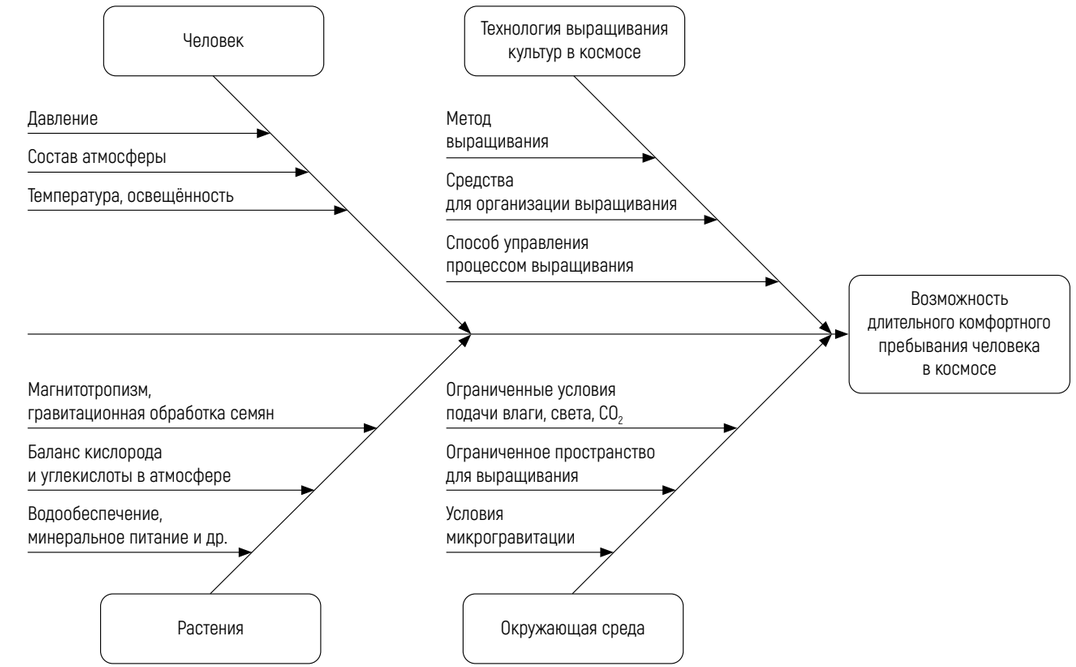


Рисунок 1 – Диаграмма Исикавы: факторы, влияющие на развитие технологического процесса культивирования растений в условиях ближнего космоса

Таблица 2 – Фрагмент классификации факторов производственного процесса культивирования растений в условиях микрогравитации и ограниченного пространства [16–18]

Параметр	Фактор второго уровня	Технология выращивания культур в космосе	Обеспечение действия фактора		
			Человек	Растения	Окружающая среда
Условия микрогравитации	Средства для организации выращивания	Использование сферической посадочной поверхности	Совершенствование средств управления и контроля среды обитания растения	Выбор культур для выращивания, подготовка семян	Увеличение посадочной площади, светового потока
	Метод выращивания	Корневой модуль с капиллярно-пористой вставкой для посадки растений с пассивным подводом воды	Регулятор влажности субстрата с датчиком обратной связи для контроля параметра человеком	Обеспечение системы увлажнения и аэрации корневой зоны растения	Жидкая гелеобразная форма с подобранной питательной средой
	Способ управления процессом выращивания	Управление процессом подачи воды, питательной среды с использованием микроконтроллера (начало и продолжительность полива)	Контроль наличия расходных материалов и исправности электропитания	Контроль скорости роста, измерение корневой системы и высоты растения	Контроль температуры и влажности воздуха окружающей среды, а также концентрации CO_2
Ограниченное пространство для выращивания	Средства для организации выращивания	Вес установки – до 8 кг, мощность – 115 Вт	Обеспечение полива с помощью резервуара	Семена подготовлены на Земле либо получены в космосе	Высота для роста культур – до 50 см
	Метод выращивания	Подушка с тефлоновым покрытием, содержащая посадочную среду, а также гранулы удобрений	Визуальный контроль	Завязи без цветов, срок созревания – менее 28 дней	Подобранный спектр освещения красного, голубого, зелёного цвета
	Способ управления процессом выращивания	Полуавтоматическая система	Наличие выключателей питания и освещения системы	Впитывание раствора корневой системой	Металлическая рама, предназначенная для крепления

Изучению воздействия микрогравитации посвящены публикации, вышедшие в период с 2010 по 2023 г. [19–21]. Коллективом авторов [22] представлен обзор литературных данных об интенсивности влияния гравитации на растения. Объектом их исследования является изучение взаимодействия культур с постоянной составляющей – геомагнитным полем Земли. Кроме того, приводятся сведения о трёх основных видах магнитотропизма, в частности о физиологической реакции изгибания растущего органа под влиянием постоянных магнитных полюсов, дано их описание и сформулирован вывод, что магнитные поля различной интенсивности способствуют росту и развитию разных видов культур. Значимость магнитного поля и гравитационного фактора существенна по целому ряду причин:

• без гравитации растения не могут ориентироваться в пространстве и правильно направлять свой рост;

• гравитация влияет на распределение гормонов роста, что обуславливает форму и размер культур: в верхушке растения они синтезируются в большем количестве, чем в нижней части, что обеспечивает рост вверх;

• гравитация воздействует на развитие корней – они растут в направлении силы тяжести, что позволяет культурам укрепляться в почве и получать необходимые питательные вещества и воду;

• некоторые культуры, такие как кукуруза, могут менять направление своего роста под воздействием гравитации. Это происходит благодаря особой сферической клетке, которая реагирует на изменение положения растения [1].

Таким образом, гравитация играет важную роль в жизни культур и определяет их форму, рост и развитие. На наш взгляд, ключевыми аспектами, которые будут иметь первостепенное значение в эволюции технологий растениеводства в космической оранжерее, станут:

• минимизация функции контроля за состоянием растений со стороны человека и её передача автоматической системе;

• наличие специально подобранной питательной агробиосреды, наиболее оптимальной для различных культур, способствующей их защите от негативного внешнего воздействия, а также формированию иммунной системы для генетически развитого поколения, гарантирующего воспроизводство в космосе;

• уменьшение установок для культивирования растений до размера, близкого к окружению корневой системы, что позволит собирать такие устройства в единую оранжерею;

• увеличение роли космического агронома, который должен правильно подобрать культуры, питательные среды, создавая нормальные стартовые условия для разведения растений в космосе. Однако дальнейшее воздействие на их рост со стороны человека будет минимальным и сведётся только к функции мониторинга работы систем и развития культур;

• специальные конструктивные решения по размещению растений, их корневой системы, устройств подачи питательной среды, света с учётом требований низкого уровня энергопотребления.

Таким образом, за более чем 100 лет человечество существенно продвинулось в изучении технологий растениеводства в ближнем космосе. Вместе в тем, направляясь по пути от общего к частному, в значительной степени они разделились по научным группам и корпорациям. Дальнейшее развитие технологий возможно благодаря процессам интеграции мирового опыта для решения единой задачи – создания первой в мире космической оранжереи. Данная миссия может быть возложена на Международную ассоциацию органического земледелия, которую предлагается основать на территории ОАЭ.

Осознавая тенденции эволюции технологий культивирования растений в условиях ближнего космоса, А.Э. Юницкий в Беларуси на базе Крестьянского (фермерского) хозяйства «Юницкого» (КФХ «Юницкого») совместно с мировой инженерной школой ЗАО «Струнные технологии» разработали комплексную агробиотехнологическую инженерную систему Sustainable-BioTech, сочетающую в себе инновационные инженерные, агро-, био- и почвообразующие технологии.

Данная система основана на следующих ключевых этапах:

• использование реликтового сырья органического происхождения – бурого угля и горючих сланцев – как главного источника макро-, микро- и ультрамикроэлементов (входят в состав древних живых организмов), подготовленного с применением стадий технологического передела до возможности извлечения гуминовых веществ (солей гуминовых кислот);

• добавление любого современного сырья органического происхождения: травы, торфа, опилок, навоза, бытового мусора, канализационных стоков;

• окончательная переработка полученной многокомпонентной смеси в живой плодородный гумус в биореакторах с помощью ассоциаций специально подобранных тысяч видов агрономически ценных почвенных микроорганизмов, вступающих в симбиоз с выращиваемыми на этом гумусе растениями.

Такие микроорганизмы берутся особым образом из мирового кластера почв (рисунок 2), расположенного в г. Марьина Горка, Беларусь, на территории КФХ «Юницкого». Кластер представляет собой совокупность плодородных почв, не тронутых плугом, собранных в более чем 100 регионах со всех континентов планеты. В результате в каждом килограмме органического биогумуса насчитывается до 10 трлн полезных бактерий тысяч видов, обеспечивающих питательными веществами растения, причём именно в том количестве, сколько им необходимо для эффективной жизнедеятельности.

В качестве дополнительного питания для данных микроорганизмов при их размножении и выращивании включены мёд и другие продукты пчеловодства, содержащие комплекс витаминов, аминокислот, органических кислот, ферментов и минеральных веществ (макро-, микро- и ультрамикроэлементы). Эти и другие полезные (лечебные и даже целебные) компоненты, выработанные затем почвенными микроорганизмами, которые образуют симбиоз с корневой системой растений, переходят в органические продукты питания, произведённые на такой биопочве. Концентрация агрономически ценных почвенных микроорганизмов в 1 л органической комплексной подкормки для растений uTerra, полученной по описанной выше технологии, – не ниже 1 трлн колониеобразующих единиц (рисунок 3).

Рассыпчатый биогумус для производства uTerra создаётся в результате жизнедеятельности специально выведенного в КФХ «Юницкого» вида земляного червя *Lumbricus* uTerris (рисунок 4), способного употреблять в пищу не только современную органику, но и реликтовое сырьё органического происхождения – бурый уголь и горючие сланцы.

Рисунок 2 – Мировой кластер почв, КФХ «Юницкого», 2023 г.

Рисунок 3 – Ассоциация микроорганизмов, выделенных отделом биотехнологий ЗАО «Струнные технологии» из мирового Банка плодородных, не тронутых пахотой почв, 2023 г.

Рисунок 4 – Выведенный в КФХ «Юницкого» вид земляного червя *Lumbricus* uTerris, 2023 г.

Уникальным компонентом агробиотехнологической части системы Sustainable-BioTech являются элиситоры, ускоряющие процесс доставки нужных для растений элементов питания. Из сформированной основы получены:

- uTerra – уникальный состав жидкой органической комплексной подкормки для растений;
- uTerra Oasis – почвенный эликсир, адаптированный под требования жаркого климата.

Инженерная часть системы обеспечивает необходимые температурные и иные воздействия на исходные компоненты, сохраняя при этом ценностные качества каждого из её элементов.

Благодаря тщательно подобранным (находящимся в узком диапазоне параметров) режимам функционирования оборудования, ингредиентному и фракционному составу, концентрации компонентов, значениям водородного показателя pH и другим технологическим режимам созданы оптимальные условия для сохранения баланса между источниками макро-, микро- и ультрамикроэлементов и поддержания рабочей среды жизнедеятельности ассоциаций тысяч видов агрономически ценных почвенных микроорганизмов. Синергия микроэлементов и биотехнологических режимов получения продукта определяет усиленный эффект воздействия на иммунную систему культур, способствуя их здоровому росту и развитию. Применяемое технологическое оборудование, его объёмы, используемые материалы, технологические режимы обеспечивают производственную и экономическую эффективность функционирования всей комплексной агробиотехнологической инженерной системы Sustainable-BioTech. Следствием её внедрения на территории КФХ «Юницкого» стал прирост урожайности овощных, ягодных, зеленных и других культур на 20–35 %. Результат представлен на рисунке 5.

КФХ «Юницкого» является действующей моделью технологической платформы uGreen, созданной фермером А.Э. Юницким [23–25], ориентированной на возможность использования имеющихся разработок для культивирования растений в космосе и озеленения пустынь на Земле. Опыт возделывания малоплодородных и деградированных почв на территории хозяйства (бывшего танкового полигона) с помощью системы Sustainable-BioTech может быть также применён в осуществляемых международных программах по восстановлению и сохранению плодородных земель.

Реализация данной системы возможна и на территории ОАЭ в форме организации Sustainable Biosphere Cluster (SBC) (рисунок 6) как центра компетенций в области озеленения пустынь.

SBC станет основой для воплощения технологической платформы uGreen в условиях жаркого тропического климата – среды с факторами негативного воздействия (например, высокая температура), влияющими на культивирование растений. Суть платформы – органическое земледелие в новой логике воссоздания и интенсификации природных биосферных процессов путём прямого заимствования и использования естественных почвенных экосистем со своими микрофлорой, микрофауной и биогеоценозом, а также в логике полного отказа от применения каких-либо синтетических химикатов (удобрения и средства защиты растений), технологий генной модификации и других элементов традиционного интенсивного земледелия.

Рисунок 5 – Овощи, ягоды, зеленные культуры, выращенные с использованием подкормки uTerra, 2023 г.

Рисунок 6 – Территория SBC: экспериментальная оранжерея в условиях жаркого климата (визуализация)

Для налаживания процессов интеграции технологической платформы uGreen в сельскохозяйственный оборот предлагается основать SBC как биотехнологическую инженерную и научную площадку, способствующую тестированию наработанных мировых знаний в области экстремального земледелия, с целью создания первой космической оранжереи, а также участия в международных программах, в том числе:

- Great Green Wall («Великая зелёная стена»). Предложена Африканским союзом для остановки деградации почв и организации зелёных поясов протяжённостью 8000 км через Африку [26];
- Three-North Shelterbelt Development Program («Зелёная китайская стена»). Поддерживает регулирование подземных вод, чтобы обеспечить условия для роста культур в пустынных регионах Китая [27];
- Middle East Green Initiative («Зелёная инициатива Ближнего Востока»). Цель проекта, продвигаемого Саудовской Аравией, – сокращение выбросов углекислого газа в регионе. Предполагает увеличение зелёного покрова путём посадки более 50 млрд деревьев на Ближнем Востоке и восстановление 200 млн га деградированных земель [28].

Заключение

Рассмотрение этапов эволюции технологий культивирования растений в условиях ближнего космоса и составление многофакторной модели этого процесса позволяют спрогнозировать дальнейшее развитие и совершенствование данных технологий с их полной реализацией на Земле – при озеленении пустынь. Первый практический опыт решения глобальной задачи, осуществлённый на территории Беларуси, подтвердил возможность вести органическое земледелие и добиваться реального результата. Следующим шагом в данном направлении является создание SBC на территории ОАЭ.

Основание SBC поможет наладить производство пищевых продуктов, используя органические подкормки для питания растений в тропиках и пустынях. Обеспечив безопасность получения органической пищи на Земле в экстремальных природно-климатических условиях, можно подготовить технологии к их применению в ближнем космосе – в ЭКД.

При создании SBC учитываются принципы экономической эффективности ввиду важности стоимостного аспекта при транспортировке питательной почвенной среды для реализации наиболее экономного способа выращивания культур в околоземном пространстве.

Для анализа негативных факторов разведения растений в ближнем космосе планируется изучить влияние комплексных подкормок, содержащих соли гуминовых кислот, на наличие тяжёлых металлов и радионуклидов в растительной продукции. Результаты исследования обеспечат возможность доработки данных подкормок и их использования для проведения поэтапного восстановления плодородия техногенно загрязнённых почв на планете, в том числе при радиационном воздействии.

Список основных источников

1. *ChatGPT: Online AI Chatbot [Electronic resource]. – Mode of access: https://chatgpt.org/. – Date of access: 01.06.2023.*
2. *PATENTSCOPE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://patentscope.wipo.int/search/ru/search.jsf. – Дата доступа: 01.06.2023.*
3. *How to Grow Plants in Space [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.nasa.gov/podcasts/curious-universe/how-to-grow-plants-in-space/. – Date of access: 01.06.2023.*
4. *Золотухина, Д.А. Автоматизированные системы выращивания растений в условиях космического полёта [Электронный ресурс] / Д.А. Золотухина. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannye-sistemy-vyraschivaniya-rasteniy-v-usloviyah-kosmicheskogo-poleta. – Дата доступа: 11.09.2023.*
5. *Magnetic Device and Method for Growing Plants [Electronic resource]: pat. US11612109 / W.R.D. Wimaladharma. – Publ. date 28.03.2023. – Mode of access: https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=US394127949&_cid=P21-LQYVY8-35909-1. – Date of access: 01.06.2023.*
6. *На антарктической станции «Восток» вырастили арбузы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/arbuzy. – Дата доступа: 31.07.2023.*
7. *На экологии сказывается не столько рост численности населения, сколько рост доходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://news.un.org/ru/story/2022/02/1418822. – Дата доступа: 11.07.2023.*
8. *Fact Sheet: Hunger and Conflict [Electronic resource]. – Mode of access: https://docs.wfp.org/api/documents/WFP0000105972/download/?_ga=2.126346895.364624701.1700740337-582051363.1700740337. – Date of access: 31.07.2023.*
9. *Every Year, 12 Million Hectares of Productive Land Lost, Secretary-General Tells Desertification Forum, Calls for Scaled-Up Restoration Efforts, Smart Policies [Electronic resource]. – Mode of access: https://press.un.org/en/2019/sgsm19680.doc.htm. – Date of access: 31.07.2023.*
10. *UNCTAD Calls for a Bold International Economic Agenda to Avert Another Lost Decade for Developing Countries [Electronic resource]. – Mode of access: https://unctad.org/news/unctad-calls-bold-international-economic-agenda-avert-another-lost-decade-developing-countries. – Date of access: 31.07.2023.*
11. *Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – 240 с.*
12. *McGahan, A.M. Context, Technology and Strategy: Forging New Perspectives on the Industry Life Cycle / A.M. McGahan, N. Argyres, J.A.C. Baum // Business Strategy over the Industry Life Cycle. – 2004. – Vol. 21. – P. 1–21.*
13. *Крючков, Б.И. Биотехнические системы жизнеобеспечения для экипажей пилотируемых космических комплексов / Б.И. Крючков, В.М. Усов, Е.В. Попова // Воздушно-космическая сфера. – 2020. – № 3 (104). – С. 82–89.*
14. *Циолковский, К.Э. Вне Земли [Электронный ресурс] / К.Э. Циолковский. – Режим доступа: https://www.tsiolkovsky.org/wp-content/uploads/2021/09/280-tsiolkovsky-sbornik-vne-zemli-2008.pdf. – Дата доступа: 31.07.2023.*
15. *Гришина, Т.Г. Определение факторов, влияющих на технологический процесс / Т.Г. Гришина, А.Н. Феофанов, Г.В. Юдин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 7, ч. 4. – С. 14–17.*
16. *Емельянов, А.Ю. Исследование факторов технологического развития предприятий / А.Ю. Емельянов, Т.А. Петрушка // Проблемы экономики и менеджмента. – 2013. – № 11 (27). – С. 13–21.*
17. *Космические оранжереи: настоящее и будущее / Ю.А. Беркович [и др.]. – М.: Слово, 2005. – 368 с.*
18. *Veggie [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2019/04/veggie_fact_sheet_508.pdf. – Date of access: 31.07.2023.*
19. *Богатина, Н.И. Влияние электрических полей на растения / Н.И. Богатина, Н.В. Шейкина // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 10–17.*
20. *Захватова, О.В. Исследование гравитационного влияния на посевные свойства семян проса [Электронный ресурс] / О.В. Захватова, А.В. Мигулина. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-gravitatsionnogo-vliyaniya-na-posevnye-svoystva-semyan-prosa. – Дата доступа: 11.09.2023.*
21. *Evolution of Fast Root Gravitropism in Seed Plants / Y. Zhang [et al.] // Nature Communications. – 2019. – Vol. 10. – 3480.*
22. *Богатина, Н.И. Влияние магнитных полей на растения / Н.И. Богатина, Н.В. Шейкина // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2010. – Т. 23 (62), № 4. – С. 45–55.*
23. *Юницкий, А.Э. Особенности проектирования жилого космического кластера «ЭкоКосмоДом» – миссия, цели, назначение / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 51–57.*
24. *Юницкий, А.Э. Цивилизационная ёмкость космического дома по имени Планета Земля / Анатолий Юницкий. – Минск, 2021. – 148 с.*
25. *Юницкий, А.Э. Инженер Мира: автобиография / Анатолий Юницкий. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – 496 с.*
26. *Великая зелёная стена (Great Green Wall) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://707.su/iRG0. – Дата доступа: 01.06.2023.*
27. *Зелёная китайская стена [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://707.su/NITO. – Дата доступа: 01.06.2023.*
28. *MGI Target: Plant 50 Billion Trees Across the Middle East [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.greeninitiatives.gov.sa/about-mgi/mgi-targets/planting-trees/. – Date of access: 01.06.2023.*

УДК 574.24

Проект создания замкнутой экосистемы uBioSystem для бесконечно длительного автономного существования живых организмов

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

А.М. Павлюченко[2]

П.А. Буглак[2]

И.В. Налетов[2]

Н.С. Зыль[2]

П.В. Наумчик[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Описан проект uBioSystem – замкнутой экосистемы с контролируемыми технологическими процессами (освещение, температурный режим, воздушный обдув, скорость течения воды и др.) для автономного и длительного существования сообщества живых организмов. Предложенные технические и биологические решения позволяют управлять естественными циклами биогенных элементов и проводить долгосрочный мониторинг всех ключевых параметров, влияющих на исследуемые круговороты веществ.

Ключевые слова:
замкнутая экосистема, круговорот элементов, устойчивость экосистем, ЭкоКосмоДом (ЭКД), uBioSystem.

UDC 574.24

Project of Creating an Enclosed Ecosystem uBioSystem for the Infinitely Long Autonomous Existence of Living Organisms

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

A. Pauliuchenka[2]

P. Buglak[2]

I. Naletov[2]

N. Zyl[2]

P. Naumchik[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

The uBioSystem project is described, which is an enclosed ecosystem with controlled technological processes (lighting, temperature, air flow, water flow speed, etc.), designed for the autonomous and long-term existence of a living organisms' community. The proposed technical and biological solutions make it possible to control the natural cycles of nutrients and carry out long-term monitoring of all key parameters affecting the studied cycles of substances.

Keywords:
cycle of elements, EcoCosmoHouse, enclosed ecosystem, sustainability of ecosystems, uBioSystem.

Введение

Актуальность биосферных исследований непрерывно возрастает в связи с негативными результатами нерационального влияния человека на окружающую среду. Постоянный дефицит водных ресурсов [1] не только является угрозой жизни людей, но и усложняет ведение сельского хозяйства, что приводит к дополнительной деградации почвы и уменьшению видового разнообразия организмов, обитающих в ней. Продолжается значительный рост отходов, при этом процент их утилизации и обезвреживания с каждым годом уменьшается. Общая площадь, занимаемая отходами, составляет более 4 млн га [2], а под их размещение ежегодно выделяется не менее 400 000 га. Подобная нагрузка создаёт угрозу сокращения биоразнообразия в биосфере и утраты целых природных комплексов. Из-за несоответствия естественных природных возможностей и устоявшейся модели землепользования сельскохозяйственные земли теряют плодородие. По данным ЮНЕП, сейчас пустынями антропогенного происхождения занято более 9 млн км^2, и ежегодно 7 млн га выбывают из продуктивного применения [3]. Перечисленные факты свидетельствуют о наступлении экологического кризиса, выходом из которого станет безракетная индустриализация ближнего космоса, благодаря чему на Земле останутся отрасли производства, либо не оказывающие вредного воздействия на биосферу, либо достаточно эффективные и восстанавливающие природные ресурсы, а также те, без которых человечеству не обойтись.

Изучение биосферы с помощью замкнутых экосистем

Несмотря на то что существует огромное количество накопленных, но зачастую разрозненных данных об устройстве биосферы, в настоящий момент нет точных, достоверных и подтверждённых прогностических моделей для значительных изменений, которые привносит текущая активность человека. Для того чтобы реализовать осознанную деятельность с целью долгосрочного планирования и устранения последствий нерационального антропогенного воздействия, изучение биосферных процессов проводят на базе искусственных аналогов экосистем с замкнутыми циклами веществ, энергии и информации. Такие модели и используемые в них технологии могут применяться при освоении космоса, организации автономных поселений на Земле и других планетах. Концепция ЭкоКосмоДома [4] демонстрирует возможность создания замкнутых экосистем с неограниченным сроком действия, решает актуальные научно-практические задачи, предполагает моделирование и контроль биосферных процессов, а также выступает альтернативой особо охраняемым природным территориям, которые постоянно подвержены негативному влиянию внешних факторов.

Попытки организации подобных систем предпринимаются в США («Биосфера-2»), Европе (MELiSSA), Японии (Ecotron), России («БИОС»), а также в Канаде и Китае. Практическое исполнение некоторых из них («Биосфера-2», «БИОС») показало недооценку ключевых природных процессов и связей. Слабая проработка основных циклов биогенных элементов привела к увеличению кислотности воды (из-за растворения избытка CO_2). Недостаток кислорода был вызван дыханием почвенных микроорганизмов, которые не смогли выполнять свои функции в изменённой среде. Это привело к увеличенному разложению мёртвой органики, что в свою очередь поглощало кислород. Кроме того, значительное влияние оказывали неучтённые трофические взаимодействия, в результате которых разнообразие животного мира снижалось. Однако главным фактором неудач стало отсутствие сбалансированного почвенного покрова с населяющей его биотой.

Учитывая опыт предыдущих исследований, разработан проект замкнутой экосистемы uBioSystem (рисунок 1) для длительного существования сообщества живых организмов, который включает дополнительные технологические процессы, удовлетворяющие её потребности.

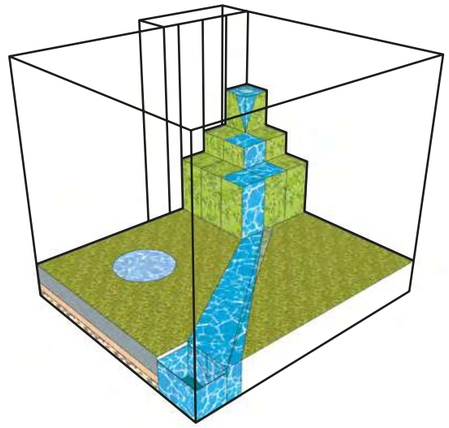


Рисунок 1 – Замкнутая экосистема uBioSystem

Строение и компоненты uBioSystem

uBioSystem представляет собой модель окружающей среды с полностью замкнутыми циклами веществ в её внутреннем пространстве. Необходимые экосистеме абиотические параметры обеспечивают следующие элементы:

- модули поверхностей (нижней, боковых, верхней);
- модули возвышенности;
- модуль русла ручья и двух озёр;
- система управления микроклиматом;
- система освещения;
- система циркуляции воды;
- система контроля и управления.

Все поверхности uBioSystem должны герметично изолировать внутреннее пространство и быть достаточно прочными, чтобы выдержать давление изнутри. Модуль нижней поверхности (рисунок 2) должен состоять из теплопроводного металла (например, дюралюминия), под ним будут располагаться нагревательные элементы (с возможностью регулировки в диапазоне 15–50 °C) для обогрева и поддержания температуры внутри экосистемы. Кроме того, данный модуль имеет направленный равномерный уклон для самостоятельного стока воды к нижней точке водозабора, а также с целью создания небольшой разности температур в противоположных краях для естественной конвекции.

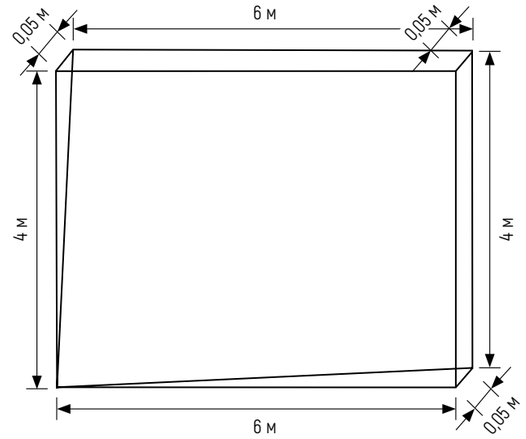


Рисунок 2 – Модуль нижней поверхности uBioSystem

Боковые стенки uBioSystem (рисунок 3) планируется изготовить из прозрачного термоизоляционного материала. Для получения результатов исследования биосферных процессов необходим постоянный мониторинг, который можно осуществлять через прозрачные поверхности, инертные к изменению температуры (таким образом предотвращается образование конденсата на внутренних стенках), а также обладающие достаточной прочностью, чтобы выдерживать давление от компонентов экосистемы. Наиболее значительную нагрузку на боковые поверхности будет оказывать почвенная система.

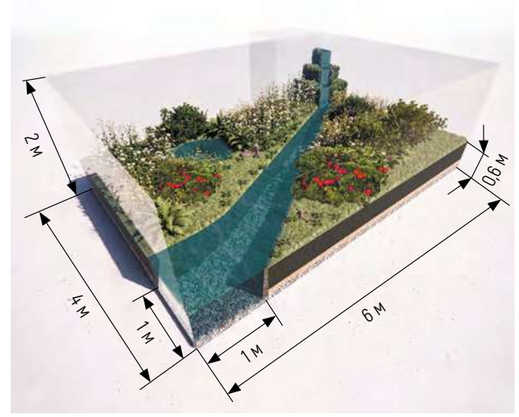


Рисунок 3 – uBioSystem (визуализация)

Экологическая характеристика почвы uBioSystem

Важнейший компонент замкнутой экосистемы – сбалансированная почва. Именно в ней через бактериальные микроорганизмы, простейших и грибы происходит взаимодействие биологического и химического круговорота веществ. Кроме того, почва является средой для огромного количества животных, которые в процессе жизнедеятельности регулируют большинство потоков вещества и энергии. Пищевые сети почвенных сообществ, распределяющие потоки энергии экосистем, имеют сложную структуру и представлены широким набором организмов, которые формируют множественные трофические связи, изменчивые во времени и условиях [5]. Энергетическая основа почвенных детритных цепей – листовой, корневой и древесный опад растений. Вместе с тем энергия может поступать

в почвенные пищевые сети с прижизненными корневыми выделениями, из живой фитомассы растений и при ассимиляции стабилизированного почвенного органического вещества [6].

Листовой опад по химическому составу неоднороден, включает в себя водорастворимые органические компоненты и гемицеллюлозу, которые начинают разлагаться сразу же, в то время как расщепление целлюлозы и лигнина длится несколько лет. Распадающееся органическое вещество по трофической цепи усваивается бактериями и грибами либо переходит в детрит (рисунок 4).

Активно размножающиеся бактерии и грибы утилизируют наиболее легкодоступные компоненты опада, а затем он заселяется микроорганизмами, разлагающими стабильные органические полимеры. Таким образом в почвенной подстилке происходит временно-пространственная сукцессия разложения растительных остатков. Однако даже на её поздних стадиях в микробном сообществе присутствуют микроорганизмы, утилизирующие легкодоступные компоненты. Свежий опад может осваиваться зигомицетами (порядок *Mucorales*), а также некоторыми аскомицетами (роды *Talaromyces*, *Penicillium* и др.); пектин и целлюлозу разлагают гидролитические грибы (роды *Aureobasidium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Gliocladium*). В течение первых месяцев на опаде начинают развиваться сапротрофы из группы лигнолитиков, не способные к быстрому росту, однако осваивающие более инертные химические компоненты. Это в подавляющем большинстве базидиомицеты (роды *Marasmius*, *Mycena*). Последними на опаде начинают доминировать почвенные грибы разных групп (виды *Mortierella ramanniana*, *Trichoderma viride*, *Penicillium* spp.).

Третий трофический уровень составляют беспозвоночные животные. Мокрицы, дождевые черви, диплоподы, а также некоторые личинки насекомых и клещей используют в пищу ткани растений, но в основном это организмы со смешанным растительно-животным питанием, которое зависит от жизненного цикла. Клещи, коллемболы и нематоды потребляют колонии бактерий и грибов. К этому же уровню можно отнести и детритофагов (орибатиды, энхитреиды).

Следующий консументный уровень составляют зоофаги (жужелицы, медведки, пауки), фитозоофаги (двукрылые, малакофаги; встречаются реже, чем на предыдущем уровне), а также паразиты (клещи).

Таким образом, в почвенных сетях должно быть от трёх трофических уровней. Важную роль играют полифаги, которые частично объединяют различные потоки энергии на уровне животных-сапрофагов. Сочетая пищевую специализацию (позволяет избежать межвидовой конкуренции, поддерживая высокое разнообразие почвенной фауны) с временной полифагией (увеличивает компенсирующую способность почвенного сообщества и взаимозаменяемость его компонентов), полифаги являются одним из основных элементов замкнутых экосистем.

Сбалансированная плодородная почва не может существовать без ещё одного ключевого компонента – земляного червя. Именно он рыхлит землю, обеспечивая дыхание и увлажнение корней, усиливает процессы гумусообразования, нитрификации и аммонификации, а также поддерживает необходимое количество ценных для почв микроорганизмов. Пищеварительный тракт дождевого червя уменьшает число патогенных микроорганизмов и одновременно способствует переводу органики в малорастворимые, но биологически доступные соли гуминовых кислот.

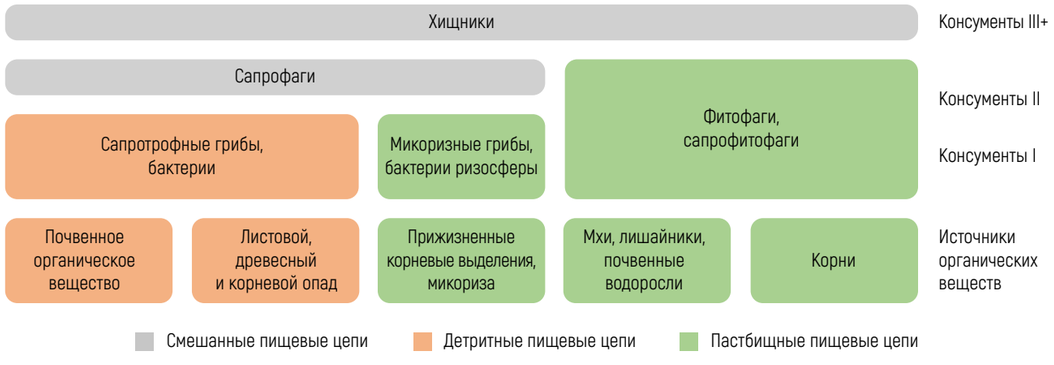


Рисунок 4 – Общая схема почвенной трофической сети

В результате накапливается питание для растений, устойчивое к вымыванию из почвы осадками. *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobaena veneta* кроме способности утилизировать органические отходы естественным образом, обладают высокой скоростью поглощения, переваривания и ассимиляции органических веществ, толерантностью к широкому диапазону факторов окружающей среды, а также высоким темпом репродукции при коротком периоде половозрелости.

Внесение червей следует производить комплексно: смесь коконов (минимум 14 500), ювенилов (минимум 8000) и половозрелых червей каждого вида вносят на каждый квадратный метр и покрывают кормовым субстратом. Такого количества будет достаточно [7] для формирования устойчивой популяции, аналогичной естественной (с плотностью минимум 50 особей на 1 м^2). Учитывая, что одна такая популяция в идеальных условиях ежедневно пропускает через свой пищеварительный канал 25 г почвы (250 кг/га в сутки) [8], превращая её в копролиты, и что содержание гумуса в копролитах червей составляет 11–35 %, можно рассчитать скорость гумусообразования в год – от 1 т/га.

Процессы преобразования энергии в почве и её трофическая сеть остаются недостаточно изученными. Это обусловлено высоким разнообразием почвенных обитателей, пищевых связей между ними и огромным количеством нестационарных биохимических процессов. Несмотря на множество моделей и данных, большинство из них являются теоретическими и не подтверждаются практическими экспериментами. Таким образом, исходя из того, что до сих пор нет полного понимания всех процессов в почве, её структуру и состав следует определять на основе естественных природных экосистем.

Компоненты почвенной системы uBioSystem:

- 5–10 см – слой природных камней и керамзита. Нижний пласт, который обеспечит сток грунтовых вод к самой нижней точке, откуда они насосом будут подниматься к водопаду верхнего модуля возвышенности. Используемые камни (доломит, известняк, сланец, гранулированная вулканическая лава) обладают сравнительно небольшой плотностью и достаточной теплопроводностью, а также служат источником ценных макро-, микро- и ультрамикроэлементов, одновременно являясь местом жительства ценных бактериальных культур;
- 10 см – слой песчано-угольно-глинистой смеси. Создаст необходимую опору для рельефа. Из-за своего состава труднопроницаем для воздуха, благодаря чему анаэробные бактерии смогут выжить в нижних слоях почвы и участвовать в круговороте уникальных элементов (цинк, сера, йод, марганец, бор, селен и др.) [9];
- 40 см – слой лёгкого почвогрунта [10] – плодородной почвы (биогумуса) с минеральными компонентами (перлит, керамзит). Обладает балансом всех макро-, микро- и ультрамикроэлементов, правильным микробиологическим составом и не содержит вредных примесей.

Основываясь на списке компонентов почвенной системы, можно рассчитать давление на боковые поверхности uBioSystem по формуле:

$$p = \rho g h,$$

где p – давление, Па;

ρ – плотность вещества, кг/м^3;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

h – высота вещества, м.

Плотность компонентов учитывалась по максимальным значениям согласно литературным источникам или измерялась самостоятельно:

- нижний слой – 3000 кг/м^3 [11];
- перлит – 150 кг/м^3;
- керамзит – 400 кг/м^3;
- песок – 2000 кг/м^3 [12];
- глина – 2000 кг/м^3 [13];
- лёгкий почвогрунт – 142 кг/м^3 [10].

В таблице 1 представлены данные по давлению каждого почвенного слоя на стенки замкнутой экосистемы.

Исходя из указанных компонентов (до 60 см в высоту) и принимая во внимание, что в расчёт не включена масса воды, животных и растений, а также модулей возвышенности, ручья и водоёма, каждая поверхность и грань uBioSystem должна выдерживать давление не менее 0,1 МПа. При известных площади (24 м^2), высоте (0,6 м) и компонентном составе почвенной системы рассчитано её среднее давление на 1 м^2 – 107 кг.

Таблица 1 – Расчёт давления основных компонентов почвенной системы uBioSystem

Компонент	Плотность, кг/м^3	Высота, м	Давление на поверхность, Па
Камень	3000	0,05	1473
Песок	2000	0,05	982
Глина	2000	0,05	982
Почва	142	0,4	558
Всего			3995

Особенности конструкции uBioSystem

Модули боковых поверхностей uBioSystem совмещены с осветительной системой. Светодиодные светильники вмонтированы непосредственно в стену на высоте от 0,6 до 2 м, что позволит имитировать восходящее солнце, постепенно меняя спектр освещения, выключая со временем нижние лампы и включая остальные ряды. Верхний модуль оснащён светильниками с соответствующим зениту спектром. Данная поверхность дополнительно должна быть насквозь пронизана (с сохранением герметичности внутреннего пространства) тонкими металлическими конусами. Извне к ним подводится контур охлаждения для возможности регуляции температуры воздуха внутри замкнутой экосистемы, а на самих конусах осуществляется сбор и последующий сброс водяного конденсата (для равномерного орошения).

В ясный день уровень естественной фотосинтетически активной радиации (ФАР) возрастает на 100 мкмоль/с/м^2 за 30 мин до пика – около 2000 мкмоль/с/м^2 в полдень [14]. Основное отличие лунного света состоит в том, что он достигает максимума в красной части спектра (643 нм) в зените в ясную ночь. Таким образом, накопленные знания в области дневного и ночного освещения и описанные технологические решения позволяют реализовать солнечный и лунный циклы (рисунок 5) в замкнутой экосистеме.

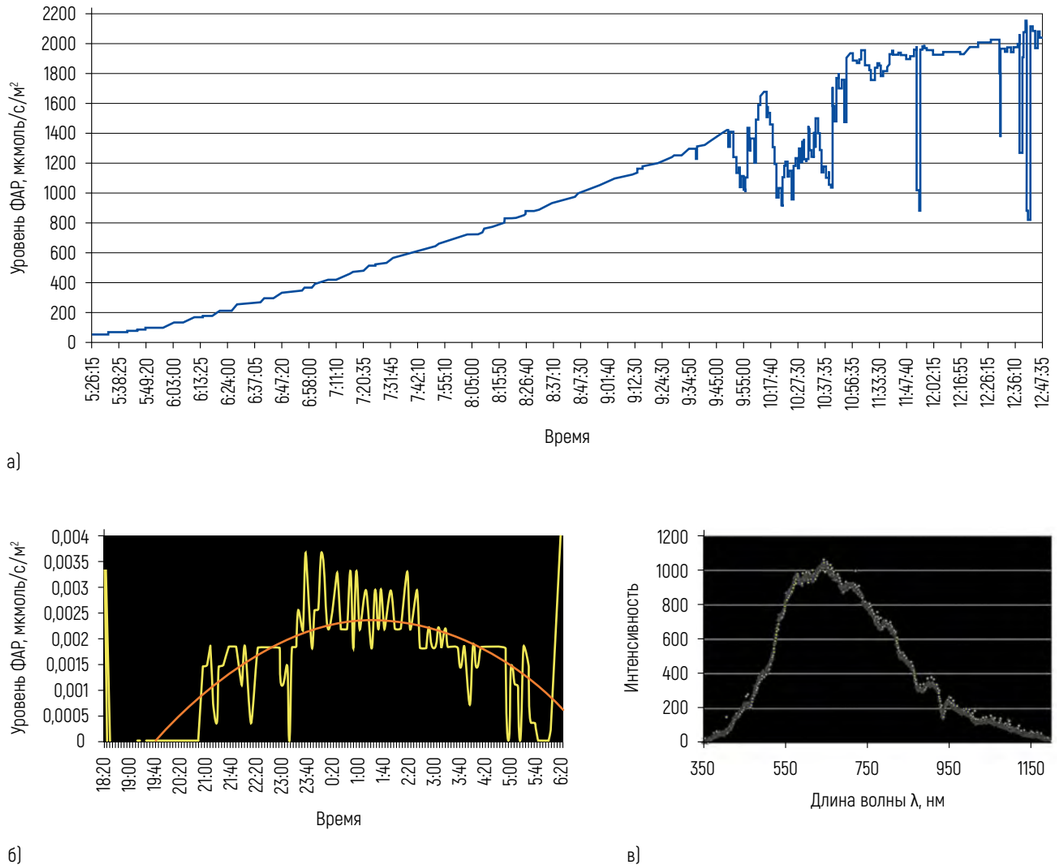


Рисунок 5 – Фотосинтетические циклы uBioSystem:
а – фотосинтетический цикл Солнца; б – фотосинтетический цикл Луны; в – спектральные особенности лунного света

Модуль возвышенности состоит из девяти элементов (рисунок 6), образующих трёхуровневую «горную» систему. Все они полые, но имеют жёсткий каркас из прочного металла (дюралюминий). В верхней части каждого элемента расположены отверстия, закрытые мелкозернистой сеткой. За ними находятся кулеры, которые выполняют функцию создания ветра для регуляции температуры и влажности, а также для воздушного перемещения воды и опыления растительности.

Каждый ярус покрыт натуральной смесью глины и почвы для высадки растений.

Стандартный режим работы системы обдува следующий: кулеры верхнего модуля (1,8 × 0,4 × 0,4 м) функционируют постоянно, обеспечивая тихий ветер (0,2–1,5 м/с); кулеры среднего (1,4 × 0,4 × 0,4 м) и нижнего (1 × 0,4 × 0,4 м) ярусов включаются по мере необходимости с целью регуляции термо- и гидрорежимов, опыления, выработки лигнина для укрепления механических тканей растений (максимальный обдув 8 м/с). Система циркуляции воды начинается с верхнего модуля возвышенности и по руслу из глины проходит через небольшие резервуары среднего и нижнего модулей в ручей (рисунок 7).

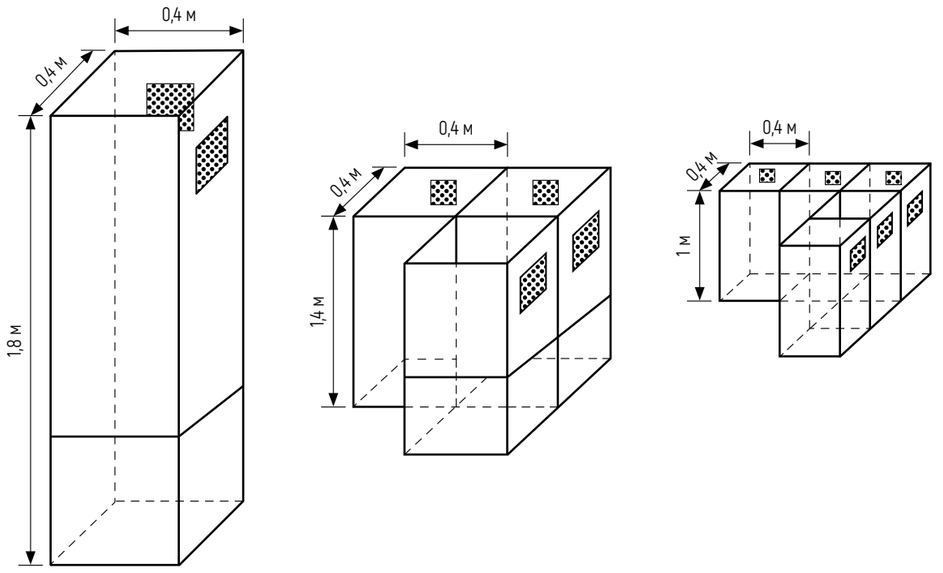


Рисунок 6 – Схема расположения кулеров в модулях возвышенности

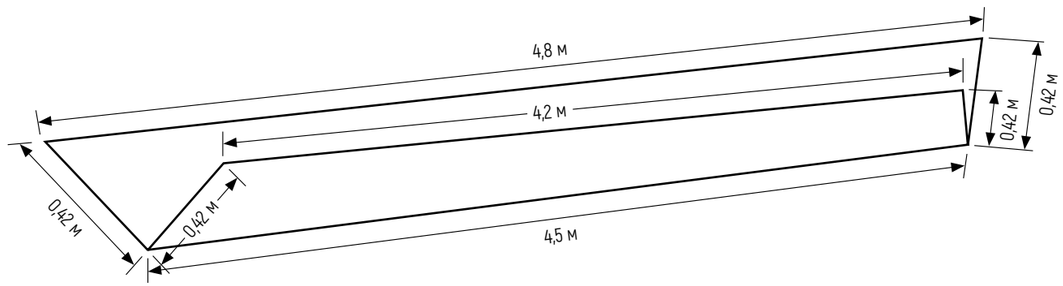


Рисунок 7 – Схема модуля русла ручья

По мере спуска часть воды с помощью кулеров будет орошать ближайшие растения. Дно русла ручья заполнено грунтом для растений-реофитов и покрывается мелкоячеистой сеткой до устья. Ручей впадает в водоём (1 × 1 × 0,55 м). Устье ручья обустроено пологим берегом (из глинянопесчаной смеси) для возможности доступа животных к воде. В нижней части водоёма предусмотрено выходное отверстие (Ø 0,05 м), через которое вода по системе из фильтра и шлангов подаётся к насосу, расположенному в зоне модулей возвышенности (к нему также подводится водный шланг от самой нижней части uBioSystem, где вода будет собираться естественным образом), а далее поднимается на высоту 1,8 м верхнего яруса.

Из нижней части uBioSystem и от верхнего отверстия водного шланга насоса отходят трубки для отбора проб. На этом расстоянии водный шланг расположен максимально извилисто для увеличения пути протекания воды через пористый наполнитель, в котором находятся бактерии-нитрификаторы (для биологической очистки воды). Принимая во внимание то, что многим амфибиям, рептилиям и членистоногим на определённых стадиях жизненных циклов необходим стоячий водоём, в uBioSystem предусмотрен модуль озера. Его дно выложено обожжённой глиной, на которой выстлана комплексная озёрная почва и высажены растения.

В водных системах должен присутствовать фитопланктон, в частности хлорелла, который наряду с растениями будет вырабатывать кислород. Для хлореллы и других продуцентов, а также в качестве ещё одного источника питания для животных могут быть сделаны специальные ванны на втором и третьем ярусах возвышенностей. Общий объём воды в uBioSystem составляет 200 л.

Контроль абиотических параметров в замкнутой экосистеме (температура воздуха, почвы и воды, давление, влажность воздуха и почвы) будет осуществляться с помощью непрерывно работающей метеостанции, например Davis 6345RU. Данный прибор (характеристики приведены в таблице 2), расположенный в зоне контроля uBioSystem, позволит подключить к себе два датчика влажности листвы, четыре датчика влажности почвы и четыре датчика температуры, которые можно перманентно и герметично разместить в зоне замкнутой экосистемы.

Все элементы контроля и управления uBioSystem выведены в техническую зону. С помощью метеостанции происходит мониторинг абиотических показателей в режиме реального времени, каждый час параметры среды (температура, влажность, давление и др.) фиксируются, обработка и анализ данных проводятся один раз в неделю.

Таблица 2 – Характеристики непрерывно работающей метеостанции

Измеряемый параметр	Разрешение	Диапазон	Точность
Температура почвы и воды, °C	1	–40... –65	0,5
Влажность почвы, сантибар	1	0... 200	–
Атмосферное давление, мм рт. ст. (гПа)	0,1 (0,1)	410... 820 (540... 1100)	0,8 (1)
Температура воздуха внутри, °C	0,1	0... 60	0,5
Температура воздуха снаружи, °C	0,1	–40... +65	0,5
Температура охлаждения ветром, °C	1	–79... +57	1
Индекс жары, °C	1	–45... +74	1,5
Температура точки росы, °C	1	–76... +54	1,5
Относительная влажность воздуха внутри, %	1	0... 90	4
Относительная влажность воздуха снаружи, %	1	0... 100	4
Интенсивность выпадения осадков	0,2 мм	0... 2438 мм/ч	5 %
Количество осадков	0,2 мм	0... 2438 мм/ч	3 %
Скорость ветра, м/с (км/ч)	0,5 (1,8)	1... 80 (3,6... 288)	5 %
Направление ветра, °	1	0... 360	3
Интенсивность солнечного излучения, Вт/м^2	1	0... 1800	5 %
Плотность потока солнечной энергии, Дж/см^2	0,1	0... 2000	5 %

По результатам оценивается общее состояние экосистемы и при необходимости вносятся корректировки (например, при излишках CO_2 увеличивается интенсивность освещённости; при повышенной влажности регулируются температура и характеристики воздушного обдува). Освещённость и поток ветра определяются по количеству включённых ламп и кулеров. Режим дождевания/проветривания корректируется вручную исходя из полученных данных с метеостанции.

Принимая во внимание предыдущие исследования газовой среды замкнутых экосистем [15] и её взаимосвязи с гетеротрофными обитателями почвы (мокрицы), где отмечались большие эмиссии CO_2 в период роста культур и наступление стабилизации лишь на 10-й месяц (рисунок 8), в uBioSystem предусмотрен контроль газового состояния через герметично установленные полые трубки с перекрывающим вентилем. Концентрация CO_2, N_2O и O_2 на начальном этапе будет контролироваться ежедневно, до стабилизации параметров.

а) б)

Рисунок 8 – Модель малой замкнутой экосистемы (а) и её обитатель – мокрица (б)

Отбор вод для анализа осуществляется через герметичную систему трубок один раз в неделю – из модулей водоёма и из нижней части водостока uBioSystem; пробы почвы отбираются ежемесячно.

Заключение

В настоящее время земная биосфера находится под постоянно увеличивающейся антропогенной нагрузкой. Для сохранения баланса взаимоотношений человечества и среды его обитания требуется глубокое понимание естественных процессов, которое можно приобрести с помощью небольших моделей экосистем с замкнутыми циклами веществ, энергии и информации.

В предложенном проекте uBioSystem особое внимание уделено почве, её строению, трофической сети. Описанные модули и устройства дают возможность контролировать и при необходимости корректировать все факторы, присущие естественным экосистемам, что позволит организовать длительное изучение населяющих uBioSystem живых организмов.

Список основных источников

1. *Чикунова, В.В. Дефицит водных ресурсов как глобальная экологическая проблема / В.В. Чикунова, Н.И. Стуженко // Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке: материалы нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Тюмень, 17–18 марта 2022 г.: сб. ст.: в 2 т. / отв. ред. Л.В. Белова. – Тюмень: Тюмен. индустр. ун-т, 2022. – Т. 1. – С. 93–96.*
2. *Слинчак, А.И. Признаки глобального экологического кризиса в России: риски, угрозы, вероятные последствия / А.И. Слинчак // Проблемы устойчивости эколого-хозяйственных и социально-культурных систем трансграничных регионов: материалы междунар. науч.-практ. конф., Псков, 20–21 нояб. 2014 г. – Псков: ЛОГОС Плюс, 2014. – С. 226–234.*
3. *Мясков, А.В. Эколого-экономические причины сокращения биоразнообразия / А.В. Мясков, Н.В. Лукьянова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – № 7. – С. 186–191.*
4. *Юницкий, А.Э. ЭкоКосмоДом как пространство для сохранения видового разнообразия тропической и субтропической флоры / А.Э. Юницкий, В.К. Павловский, Д.В. Феофанов // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 153–157.*
5. *Berg, M.P. Temporal and Spatial Variability in Soil Food Web Structure / M.P. Berg, J. Bengtsson // Oikos. – 2007. – Vol. 116, No. 11. – P. 1789–1804.*
6. *Adding to 'the Enigma of Soil Animal Diversity': Fungal Feeders and Saprophagous Soil Invertebrates Prefer Similar Food Substrates / M. Maraun [et al.] // European Journal of Soil Biology. – 2003. – Vol. 39, iss. 2. – P. 85–95.*
7. *Curry, J.P. Factors Affecting the Abundance of Earthworms in Soils / J.P. Curry // Earthworm Ecology / ed. C.A. Edwards. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2004. – P. 91–113.*
8. *Николаева, Т.Г. Сохранение биоразнообразия и почвенного плодородия – основа устойчивого развития органического сельского хозяйства / Т.Г. Николаева, Б.Р. Григорьян, Л.М. Сунгатуллина // Учёные записки Казанского университета. – 2011. – Т. 153, кн. 1. – С. 136–151.*
9. *Агроэкология: учеб. / В.А. Черников [и др.]; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.*

10. *Плодородие и физико-химические показатели лёгких «космических» почвогрунтов для ЭкоКосмоДома / А.Э. Юницкий [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 313–328.*
11. *Марченко, М.В. Сравнительное исследование огнеупорных свойств доломита с использованием глины в качестве добавок / М.В. Марченко, Д.А. Козлов // Образование. Наука. Производство: XIII междунар. молодёж. форум, Белгород, 8–9 окт. 2021 г.: сб. тр. конф. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 1857–1861.*
12. *Боровских, И.В. Оптимизация гранулометрического состава песка для получения высокопрочного тонкозернистого бетона / И.В. Боровских, Н.М. Морозов, В.Г. Хозин // Известия КазГАСУ. – 2008. – № 2 (10). – С. 121–124.*
13. *Алексеев, В.М. Физико-механические свойства грунтов и лабораторные методы их определения: учеб.-метод. пособие / В.М. Алексеев, П.И. Калугин. – Воронеж: ВГАСУ, 2009. – 88 с.*
14. *Определение ключевых параметров технологического освещения для растений / А.Э. Юницкий [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 170–177.*
15. *Количественная оценка углеродного баланса сообществ автотрофов и гетеротрофов в прототипе замкнутой экосистемы / А.М. Павлюченко [и др.] // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 234–241.*

УДК 58.018:58.04

Применение элиситоров для улучшения адаптивности растений в условиях ЭкоКосмоДома

Е.А. Крюков
В.С. Заяц
И.В. Налетов

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Рассмотрено влияние элиситора, выделенного из трутовика лакированного (*Ganoderma lucidum* (Curt.)) и использованного в концентрациях 1 × 10^{-3} мл/л, 2 × 10^{-3} мл/л и 3 × 10^{-3} мл/л, на рост и развитие томата обыкновенного (*Solanum lycopersicum* L.) и перца овощного (*Capsicum annuum* L.). Элиситор вносился в субстрат путём полива экспериментальных культур раз в две недели. Во время вегетации растений проводились морфологические наблюдения за ними, измерялись их высота и продолжительность периода до наступления фазы цветения.

Ключевые слова:
адаптация растений, перец овощной (Capsicum annuum L.), стимуляторы роста, томат обыкновенный (Solanum lycopersicum L.), трутовик лакированный (Ganoderma lucidum (Curt.)), ЭкоКосмоДом (ЭКД), элиситоры.

UDC 58.018:58.04

The Use of Elicitors to Improve the Adaptability of Plants Under the EcoCosmoHouse Conditions

Y. Krukau
V. Zayats
I. Naletov

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

There is a review of the influence of elicitor, obtained from reishi mushroom (*Ganoderma lucidum* (Curt.)) and used in concentrations of 1 × 10^{-3} ml/l, 2 × 10^{-3} ml/l and 3 × 10^{-3} ml/l, on the growth and development of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and vegetable pepper (*Capsicum annuum* L.). Elicitor was introduced into the substrate by irrigating experimental vegetables every two weeks. During the plants growing observation of their morphological structure was performed, as well as their height and the duration of the period before the flowering phase were measured and assessed.

Keywords:
adaptation of plants, EcoCosmoHouse (ECH), elicitors, growth promoters, reishi mushroom (Ganoderma lucidum (Curt.)), tomato (Solanum lycopersicum L.), vegetable pepper (Capsicum annuum L.).

Введение

В замкнутой экосистеме при неправильном культивировании или временном выходе из строя оборудования растения могут столкнуться со многими неблагоприятными факторами, такими как ограниченный доступ к свету и воде, высокий уровень патогенной нагрузки, повышенный риск заражения, засоление. При продолжительной засухе сельскохозяйственные культуры испытывают стресс, влекущий за собой снижение урожайности.

Известно, что применение экзогенных элиситоров приводит к снижению различных нежелательных реакций растений на любое неблагоприятное воздействие, что в свою очередь положительно сказывается на количестве получаемой продукции. Повышение стрессоустойчивости организмов в замкнутых экосистемах (например, в ЭкоКосмоДоме (ЭКД)) требуется для создания комфортной и безопасной среды, максимально длительное время обеспечивающей жителей ЭКД всем необходимым.

Элиситоры – вещества биогенного и абиогенного происхождения, индуцирующие устойчивость и вызывающие множественные защитные реакции в ответ на неблагоприятные воздействия [1]; вносят весомый вклад в выживаемость и приспосабливаемость растений, помогая формированию химических и физических барьеров и механизмов [2, 3]. Кроме того, они способствуют эффективному использованию ресурсов и получению значительного количества питательных веществ из окружающей среды. Согласно научным исследованиям к биогенным элиситорам относят белки [4], гликопротеины, олигосахариды [5] и липиды. Данные вещества могут применяться как для обработки семян и почвы, так и для листовой или корневой подкормки. Некоторые элиситоры имеют гормоны, которые стимулируют рост культур и улучшают их физиологическое состояние [6]. Они также содержат питательные вещества (аминокислоты и витамины), которые положительно влияют на растения. При правильном использовании элиситоров можно добиться стабильного роста и более высоких урожаев.

Элиситорами являются вещества как биогенного, так и абиогенного происхождения. К биогенным элиситорам относятся продукты метаболизма и фрагменты клеточных стенок насекомых, патогенных и непатогенных микроорганизмов, растений. Абиогенные элиситоры предполагают различные способы воздействия: физическое (ультрафиолетовые лучи, магнитные поля, радиационное излучение и др.) или химическое (например, влияние оксидов тяжёлых металлов).

Среди биогенных элиситоров выделяют консервативные молекулярные лиганды неспецифических элиситоров (MAMPs), характерные для патогенов, но отсутствующие в растительной клетке. Они распознаются ею как чужеродные и индуцируют запуск первичного иммунного ответа (PTI) не только у культур, подверженных данному патогену, но и у множества других видов. Трансмембранные паттерн-распознающие рецепторы (PRRs) обуславливают запуск неспецифических механизмов физиологического ответа. Взаимодействие PRRs растений с MAMPs гриба (различные белки, ксиланаза, полимер N-ацетил-D-глюкозамин и др.) ведёт к активации PTI (рисунок 1).

В ответ на контакт с MAMPs происходит повышение концентрации ионов Ca^{2+}, а также выделение активных форм кислорода (АФК), азота, выработка фитоалексинов. Кроме того, активируются транскрипционные факторы, наблюдается продуцирование хитиназы, глюканазы, этилена, жасмоновой и салициловой кислот, а также образование ауксиновых, цитокининовых и гиббереллиновых форм [7].

Эволюционное развитие патогенов позволило им сформировать тактику обхода защиты PTI. Такой эффект достигается путём возникновения мутаций в генах, которые обеспечивают патогенам нераспознаваемость PRRs, или ингибированием активности рецепторов. Второй блока-

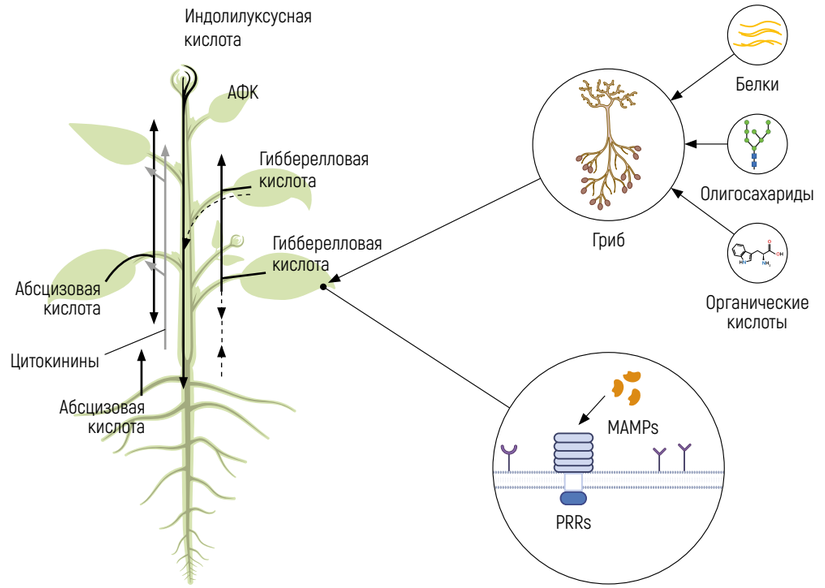


Рисунок 1 – Общая схема взаимодействия PRRs растений с MAMPs гриба. Активация PTI

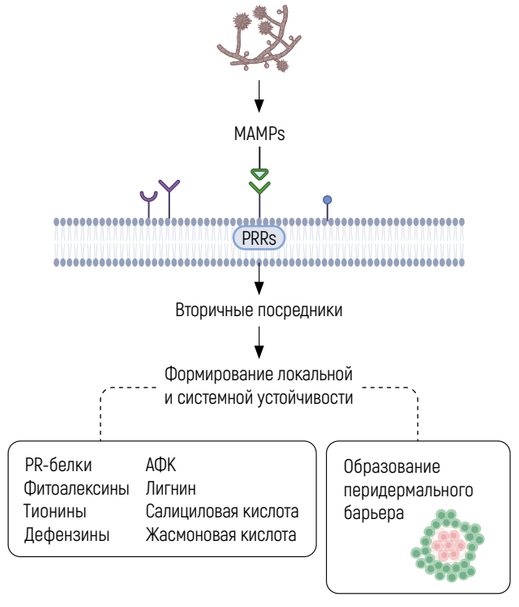


Рисунок 2 – Упрощённая схема протекания реакции сверхчувствительности

дой защиты культур, образовавшейся в ходе коэволюции с патогенами, является специфический иммунитет (ETI), обусловленный взаимодействием R-генов (генов растения) с эффекторами Avr-генов (генов патогена) [8, 9]. Результат R/Avr-взаимодействия – реакция сверхчувствительности, которая в большинстве случаев приводит к продуцированию клетками фитоалексинов, что влечёт за собой гибель заражённых клеток (рисунок 2). Гибель клеток сопровождается быстрым образованием барьера из перидермы, что подавляет рост и развитие паразитических организмов и останавливает их распространение [10, 11].

Процессы, индуцируемые PTI и ETI, отличаются концентрацией синтезируемых гормонов, скоростью иммунного ответа, сигнальными путями. Конечным результатом ETI является отбор высокоспецифичных R-белков, быстро подавляющих развитие болезни [12, 13].

В отделе биотехнологий ЗАО «Струнные технологии» (г. Минск, Беларусь) выполнены работы по изучению элиситорного действия препаратов, созданных на основе сапрофитного гриба – трутовика лакированного (*Ganoderma lucidum* (Curt.)). Его вытяжка получена путём экстракции раствором щёлочи при нагревании. После проведены очистка и разбавление водой до образования 0,1-процентного рабочего раствора.

Цель исследования – анализ влияния данного препарата на формирование системной устойчивости к патогенам у перца овощного (*Capsicum annuum* L.) и томата обыкновенного (*Solanum lycopersicum* L.) исходя из их хозяйственной ценности и повседневного использования в питании человека.

Материалы исследования и ход работы

В качестве объекта исследования выступили листья 14-дневных растений, у которых листовая платина уже достигла конечного размера, а биохимические параметры позволяли изучать необходимые для эксперимента процессы.

Посев семян осуществлялся в кассеты, наполненные универсальным почвогрунтом, в которых опытные образцы доращивались до стадии ветвления (высота 5–7 см). Уже сформированные молодые растения перца и томата переносились в отдельные ёмкости.

Опираясь на результаты исследований [10, 13], в эксперименте применяли три различные концентрации элиситора (1×10^{-3} мл/л, 2×10^{-3} мл/л, 3×10^{-3} мл/л), которые вносились в субстрат путём полива раз в две недели (рисунок 3).

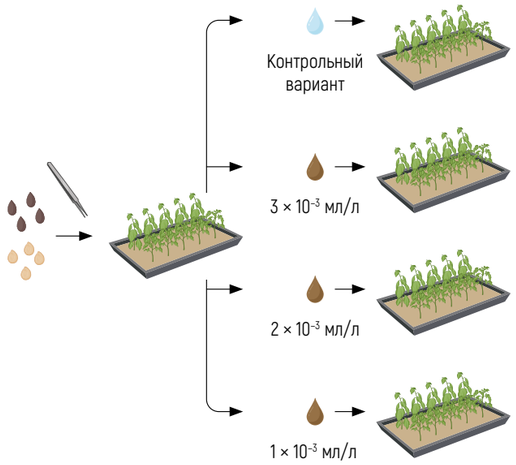


Рисунок 3 – Схема постановки эксперимента по воздействию элиситора в разных концентрациях на ростовые и физиологические показатели растений, культивируемых на твёрдом субстрате

В качестве действующего вещества использован экзогенный элиситор, полученный методом экстракции из трутовика лакированного.

Затем растения перенесли в камеру роста, характеризующуюся следующими климатическими параметрами: температура 25 °С, интенсивность освещения 6000 лк, 14-часовой фотопериод. Питательная среда добавлялась по мере необходимости во все варианты эксперимента. В течение 40 дней измерялась высота опытных образцов.

Помимо этого, проверялась устойчивость растений к заболеваниям, вызываемым несовершенными грибами: у томата – к альтернариозу и фомозу, у перца – антракнозу и церкоспорозу. Заражение проводилось путём опрыскивания здоровых культур водной грибной вытяжкой, полученной в результате смыва с заражённых растений.

Результаты исследования

Томат обыкновенный (*Solanum lycopersicum* L.)

В таблице 1 представлены результаты измерений высоты двух образцов в первые 40 дней роста томата обыкновенного, выращиваемого на твёрдом субстрате под влиянием грибного элиситора. Исследования велись до фазы цветения.

Таблица 1 – Прирост томата обыкновенного, выращиваемого на твёрдом субстрате под влиянием грибного элиситора

Объект измерения	Прирост, %
Контрольный вариант	
Образец № 1	1415,38
Образец № 2	1175
Средний показатель	1295,19
3 × 10⁻³ мл/л	
Образец № 1	1088,89
Образец № 2	1583,33
Средний показатель	1336,11
2 × 10⁻³ мл/л	
Образец № 1	1314,29
Образец № 2	1000
Средний показатель	1157,15
1 × 10⁻³ мл/л	
Образец № 1	1077,78
Образец № 2	1450
Средний показатель	1263,89

Согласно [10] рассматриваемый элиситор является стимулятором роста, основной параметр его эффективности – скорость прироста. При использовании элиситора в концентрации 3 × 10⁻³ мл/л зафиксирована средняя скорость прироста 2,05 см/сут, что на 11,8 % больше контрольного показателя; для концентрации 2 × 10⁻³ мл/л – 1,87 см/сут (больше на 2 %); для концентрации 1 × 10⁻³ мл/л – 1,96 см/сут (больше на 7 %).

Самое существенное влияние на итоговую скорость роста оказала концентрация 3 × 10⁻³ мл/л, при которой средняя скорость прироста больше на 6 % по отношению к контрольному варианту (рисунок 4). При этом наблюдается повышенная индукция роста на начальных периодах развития растения при добавлении элиситора (рисунок 5).

Максимальная скорость прироста отмечена при концентрации 3 × 10⁻³ мл/л в середине вегетации (2,8 см/сут). Такое изменение может быть связано с увеличением под действием внесённых соединений синтеза первичных и вторичных метаболитов.

Первое цветение томата обыкновенного зафиксировано на 40-е сутки после посадки. Количество цветков составило в среднем 5–8 шт.

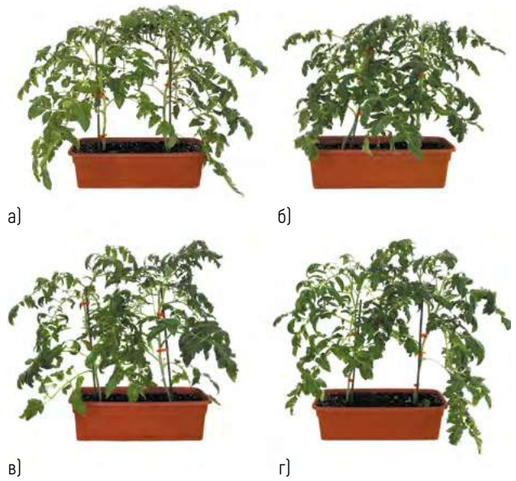


Рисунок 4 – Томат обыкновенный, выращенный на твёрдой среде с добавлением грибного элиситора: а – контрольный вариант; б – в концентрации 3 × 10⁻³ мл/л; в – в концентрации 2 × 10⁻³ мл/л; г – в концентрации 1 × 10⁻³ мл/л

Рисунок 5 – График скорости прироста томата обыкновенного под влиянием грибного элиситора, использованного в трёх концентрациях, по сравнению с контрольным вариантом

Под влиянием грибного элиситора в концентрациях 1 × 10⁻³ мл/л и 2 × 10⁻³ мл/л растения успешно сформировали завязь. Цветки томатов в этих вариантах обладали увеличенной механической тканью, что способствует лучшему плодоношению и снижает риск срыва плода до его созревания. Усиление концентрации не привело к повышению механической ткани в плодоножках (цветоножках).

При индуцируемом заражении томата обыкновенного водной вытяжкой возбудителей альтернариоза и фомоза контрольный вариант подвергся наибольшему воздействию грибов, что выражалось в обширной пятнистости листьев и дальнейшем увеличении диаметра пятен. На растениях, обработанных элиситором в концентрациях 2 × 10⁻³ мл/л и 1 × 10⁻³ мл/л, проявление патогенной нагрузки было заметно в меньшей степени. Пятнистость оказалась локальной, не распространяющейся по всему образцу, уже появившиеся пятна не расширялись. При использовании препарата в концентрации 3 × 10⁻³ мл/л заражения не наблюдалось, что говорит о более полной индукции защитного генетического потенциала растений.

Перец овощной (*Capsicum annuum* L.)

В таблице 2 представлены результаты измерений высоты двух образцов перца овощного, выращиваемого на твёрдом субстрате под влиянием грибного элиситора, в течение 40 дней до наступления фазы цветения.

Таблица 2 – Прирост перца овощного, выращиваемого на твёрдом субстрате под влиянием грибного элиситора

Объект измерения	Прирост, %
Контрольный вариант	
Образец № 1	557,14
Образец № 2	616,67
Средний показатель	586,91
3 × 10⁻³ мл/л	
Образец № 1	550
Образец № 2	650
Средний показатель	600
2 × 10⁻³ мл/л	
Образец № 1	650
Образец № 2	542,86
Средний показатель	596,43
1 × 10⁻³ мл/л	
Образец № 1	542,86
Образец № 2	608,33
Средний показатель	575,6

Наибольший показатель среднего прироста (600 %) за весь период вегетации отмечался при использовании

грибного элиситора в концентрации 3 × 10^{-3} мл/л. Для объективной оценки фиксировалась также скорость прироста в сутки (рисунок 6).

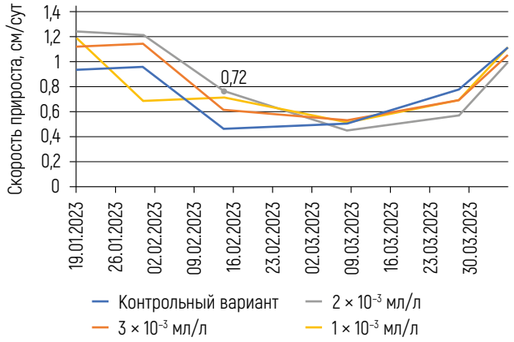


Рисунок 6 – График скорости прироста перца овощного под влиянием элиситора, использованного в трёх концентрациях, по сравнению с контрольным образцом

Скорость прироста на 40-й день опыта в варианте с использованием элиситора в концентрации 3 × 10^{-3} мл/л составила 1,13 см/сут, что на 19,8 % больше контрольного показателя; для концентрации 2 × 10^{-3} мл/л – 1,23 см/сут (больше на 27,4 %); для концентрации 1 × 10^{-3} мл/л наивысшее значение наблюдалось 12.02.2023 и составило 0,72 см/сут, что на 55 % больше по сравнению с контрольным вариантом (рисунок 6). Самый значительный прирост связан с активацией генов синтеза первичных и вторичных метаболитов в ответ на действие элиситора. На 68-е сутки экспериментальные образцы перца овощного достигли размера своего физиологического сортового максимума примерно на одном уровне (рисунок 7).

Таким образом, средняя скорость прироста в варианте с концентрацией 1 × 10^{-3} мл/л больше на 3,3 % по сравнению с контрольным образцом, при концентрации 2 × 10^{-3} – на 10,3 %, при концентрации 3 × 10^{-3} – на 8,6 %.

Появление бутонов отмечалось во всех вариантах перца овощного через 25–27 дней после пересадки в экспериментальные ёмкости. Цветение происходило неравномерно, на 20–22-й день после появления бутонов. Количество цветков варьировалось от 30 (при концентрации 3 × 10^{-3} мл/л) до 56 шт. (при концентрации 1 × 10^{-3} мл/л).

Каждое растение успешно сформировало одну – две завязи. Наибольшее их количество (6 шт.) замечено при концентрации 1 × 10^{-3} мл/л.

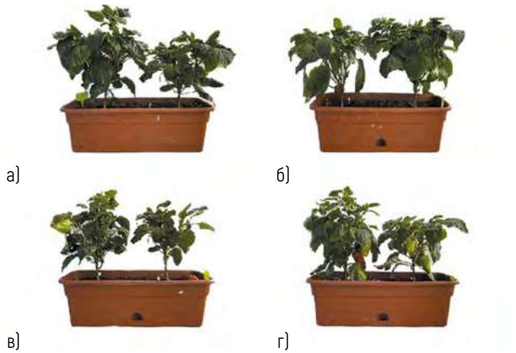


Рисунок 7 – Перец овощной, выращенный на твёрдой среде с добавлением грибного элиситора:
а – контрольный вариант; б – в концентрации 3 × 10^{-3} мл/л;
в – в концентрации 2 × 10^{-3} мл/л; г – в концентрации 1 × 10^{-3} мл/л

Если оценивать способность противостоять грибковым поражениям (антракноз и церкоспороз), то при всех концентрациях элиситора по сравнению с контрольным вариантом наблюдалось уменьшение очагов грибковых инфекций (на 10–15 %).

Опираясь на достигнутые результаты, можно судить о повышении ежесуточного прироста культур, которые обработаны элиситором, полученным из трутовика лакированного. Можно также утверждать, что влияние грибного элиситора на формирование завязей у перца овощного будет положительным.

Заключение

В ответ на внесение грибного элиситора томат обыкновенный и перец овощной запускают защитные механизмы, провоцирующие синтез гиббереллиновых форм фитогормона, о чём свидетельствует частичное раннее цветение, наблюдаемое у разных вариантов эксперимента по отношению к контрольному образцу. Это может способствовать сокращению сроков созревания плодов на 15 %.

Элиситор, полученный из трутовика лакированного, защищает томат обыкновенный от альтернариоза и фомоза. Так, во время эксперимента контрольные растения поражались фомозными грибами, что приводило к увяданию листьев и появлению на них пятнышек; при индуцированном заражении в вариантах с использованием элиситора в разных концентрациях фомоз не развивался, такой же эффект наблюдался и при заражении альтернариозом.

Следовательно, выделенный грибной элиситор можно рассматривать в качестве средства биологической защиты от патогенной нагрузки фомоза и альтернариоза томата, антракноза и церкоспороза перца.

Использование изучаемых концентраций грибного элиситора увеличивало ежесуточный прирост культур по сравнению с контрольным вариантом.

Полученные данные объясняются тем, что неспецифические элиситоры могут играть ведущую роль в индукции иммунного потенциала. В результате возможного образования этилена, жасмоновой и салициловой кислот, а также ауксиновых, цитокининовых и гиббереллиновых форм в ответ на взаимодействие с элиситором растению дан стимул для сопротивления неблагоприятным факторам за счёт своего природного генного потенциала.

В дальнейшей работе планируется провести анализ качества плодов (в том числе проверить концентрацию нитратов), а также установить их размер, массу 1000 семян; изучить содержание сухого вещества, водорастворимых углеводов, витамина С в собранном урожае. Это минимальный набор действий, который помогает оценить качество продукции. Вместе с тем необходимо определить жизнеспособность семян и рассмотреть индукцию иммунитета томата обыкновенного и перца овощного под влиянием элиситоров.

Элиситоры могут активно применяться в условиях замкнутой экосистемы для стимуляции роста и развития культур, а также для защиты от грибковых поражений. Элиситор, выделенный из трутовика лакированного, можно получить в условиях ЭКД при выращивании данного гриба на вторичных растительных субстратах [12].

Список основных источников

1. *Баранова, Е.Н. Проблемы и перспективы генно-инженерного подхода в решении вопросов устойчивости растений к засолению (обзор) / Е.Н. Баранова, А.А. Гулевич // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – № 1. – С. 39–56.*
2. *Белова, Т.А. Физиологические основы адаптации растений к воздействию солевого стресса / Т.А. Белова, А.С. Кравченко // Auditorium. – 2018. – № 1 (17). – С. 1–7.*
3. *Полевой, В.В. Физиология растений: учеб. для биол. спец. вузов / В.В. Полевой. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.*
4. *Nürnberger, T. Fungal Peptide Elicitors: Signals Mediating Pathogen Recognition in Plants / T. Nürnberger, D. Nennstiel // Zeitschrift für Naturforschung C. – 1998. – Vol. 53, iss. 3–4. – P. 141–150.*
5. *The Regulatory Mechanism of Fungal Elicitor-Induced Secondary Metabolite Biosynthesis in Medical Plants / X. Zhai [et al.] // Critical Reviews in Microbiology. – 2017. – Vol. 43, iss. 2. – P. 238–261.*
6. *Дьяков, Ю.Т. Грибные элиситоры / Ю.Т. Дьяков // Биотические связи грибов: мосты между царствами: материалы VII всерос. миколог. шк.-конф. с междунар. участием, Звенигород, 2–8 авг. 2015 г. / Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Звенигород. биол. ст. им. С.Н. Скадовского. – М.: ЗБС МГУ, 2015. – С. 18–38.*
7. *Gómez-Gómez, L. FLS2: An LRR Receptor-Like Kinase Involved in the Perception of the Bacterial Elicitor Flagellin in Arabidopsis / L. Gómez-Gómez, T. Boller // Molecular Cell. – 2000. – Vol. 5, iss. 6. – P. 1003–1011.*
8. *Regulation and Role of Fungal Secondary Metabolites / J. Macheleidt [et al.] // Annual Review of Genetics. – 2016. – Vol. 50. – P. 371–392.*
9. *Patkar, R.N. Fungal Manipulation of Hormone-Regulated Plant Defense / R.N. Patkar, N.I. Naqvi // PLOS Pathogens. – 2017. – Vol. 13, No. 6. – 1006334.*
10. *Заяц, В.С. Протекторная способность экзогенных элиситоров из Ganoderma lucidum при индукции солевого стресса у кресс-салата / В.С. Заяц, И.В. Налетов, Е.А. Крюков // Настоящее и будущее биотехнологии растений: материалы междунар. науч. конф., Минск, 24–26 мая 2023 г. / НАН Беларуси, Центр. ботан. сад, Совет ботан. садов стран СНГ при МААН; ред. В.Н. Решетников [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – С. 75.*
11. *Ассоциация агрономически ценных микроорганизмов для улучшения плодородия земель / В.С. Заяц [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы XIII междунар. конф., Минск, 6–9 июня 2023 г. / НАН Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2023. – С. 266–267.*
12. *Буглак, П.А. Выращивание мицелия базидиальных грибов на органических субстратах в условиях замкнутой экосистемы / П.А. Буглак, В.С. Заяц, И.В. Налетов // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 242–249.*
13. *Patel, H. Elicitors in Plant Tissue Culture / H. Patel, R. Krishnamurthy // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2013. – Vol. 2, iss. 2. – P. 60–65.*

УДК 579.64

Биоутилизация органических остатков при помощи микроорганизмов

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

Т.И. Пятакова[2]

К.А. Бойко[2]

И.В. Налетов[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии»,
г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Представлены результаты эксперимента по биоутилизации органических отходов микроорганизмами (бактериями) для значительного облегчения переработки органического мусора в условиях существования замкнутой экосистемы – ЭкоКосмоДома (ЭКД). Лабораторные испытания позволили подобрать агрономически ценные микроорганизмы, с помощью которых проводился процесс биоутилизации. Описан опыт применения биоутилизированных остатков (жидкого компоста) в качестве органической подкормки для растений.

Ключевые слова:
биоутилизация, замкнутая экосистема, микроорганизмы, отходы, ЭкоКосмоДом (ЭКД).

UDC 579.64

Biorecycling of Organic Residues with the Help of Microorganisms

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

T. Pyatakova[2]

K. Boyko[2]

I. Naletov[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC,
Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

The results of an experiment on the biorecycling of organic waste by microorganisms (bacteria) are presented to significantly facilitate the processing of organic garbage in the conditions of the enclosed ecosystem – EcoCosmoHouse (ECH). Laboratory tests made it possible to select agronomically valuable microorganisms with which the bioutilization process was carried out. The experience of using biorecycled residues (liquid compost) as an organic fertilizer for plants is described.

Keywords:
biorecycling, EcoCosmoHouse (ECH), enclosed ecosystem, microorganisms, waste.

Введение

В настоящее время во многих странах мира остро стоит вопрос утилизации органических отходов, а неправильное обращение с ними представляет опасность для природы и здоровья человека. Некоторые государства только начинают осваивать переработку мусора (в том числе твёрдых бытовых отходов), другие уже значительно продвинулись в данной сфере и стараются использовать каждый его вид [1]. Однако даже при успешно функционирующей системе утилизации проблема остаётся нерешённой.

По данным ООН, численность населения планеты Земля за последние 12 лет выросла с 7 до 8 млрд, что превышает показатель середины XX в. более чем в три раза [2]. Соответственно, увеличилось и потребление ресурсов. Объём твёрдых коммунальных отходов (ТКО) в Республике Беларусь приближается к 4 млн т/год, при этом раздельному сбору и переработке подвергается только 25 % [3]. Оставшаяся часть направляется на полигоны для захоронения, что отрицательно сказывается на экологической ситуации [4]. Отходы загрязняют водоёмы, снижают плодородие почв, накапливаются в больших количествах в окружающей среде. Их объём с каждым годом растёт, они начинают занимать обширные площади и поглощают всё больше пригодных для жизни земель. В период с 2022 по 2025 г. в Беларуси планируется построить полигоны для захоронения отходов в г. Минске, а также в Барановичском, Брестском, Пинском, Кобринском, Оршанском, Полоцком, Гомельском, Волковысском, Лидском, Борисовском, Минском, Солигорском, Пуховичском, Могилёвском и Бобруйском районах. В настоящее время в столице действует один полигон – «Тростенецкий», площадь которого составляет 30 га, а глубина котлована – 11 м [5]. При переработке данных отходов возможно все находящиеся в них элементы и соединения вернуть в почву, повысив в ней содержание гумуса и сделав её более пригодной для последующего выращивания органической пищевой продукции. Таким образом, существует необходимость в поиске экологически чистых и безопасных способов утилизации [6].

В составе ТКО может находиться до 40 % органического вещества [7]. Один из методов, который используется для его переработки, – компостирование. Однако оно обладает серьёзным недостатком – значительной продолжительностью процесса (от четырёх до шести месяцев). В среднем пищевые отходы разлагаются около месяца, но, например, апельсиновая кожура – шесть месяцев, огрызок яблока – два месяца. Альтернативный способ переработки – биоутилизация. Её механизм схож с компостированием, но при этом все процессы существенно интенсифицированы применением микробиологических инокулятов. Данный метод наиболее безопасный, биологически чистый и наименее длительный [8].

В работе рассмотрены результаты биоутилизации органических отходов с помощью ассоциаций микроорганизмов. Вместе с тем изучен потенциал использования полученного жидкого компоста в качестве экологически чистого удобрения в замкнутой системе ЭкоКосмоДома (ЭКД) [9].

Экспериментальная часть

С точки зрения микробиологии компостирование – это экзотермический процесс биологического окисления, в котором органический субстрат подвергается аэробной биодеградации ассоциацией микроорганизмов в условиях повышенной температуры и влажности. Микрофлора не только определяет качество и скорость созревания компоста, но также оказывает влияние на окружающую среду при последующем попадании микроорганизмов в почву.

В процессе компостирования в биомассе происходит окисление кислородом органических веществ: протеина, пептидов, аминокислот, аммониевых соединений, углеводов, простых сахаров, органических кислот и др. Кроме того, образуются новые органические вещества, сопутствующие продуцированию воды, углекислого газа, аммиака и неприятно пахнущих газов с выделением теплоты. Значит, пищевые отходы могут быть задействованы в качестве полезных органических удобрений за счёт содержания в клетках минеральных компонентов, в том числе макро-, микро- и ультрамикроэлементов, необходимых для питания живых организмов.

В качестве органической массы в эксперименте использовались различные пищевые отходы, образованные в ООО «Фермерское подворье» (г. Марьина Горка, Беларусь) (таблица 1).

Пищевые отходы, по сути, являются жирами, белками и углеводами. Исходя из этого, подбор микроорганизмов осуществлялся по принципу совместимости и взаимодополняемости.

Для получения суспензии клеток (далее – инокулят) применялись агрономически ценные микроорганизмы (целлюлозолитические и азотфиксирующие): *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-1236, *Aeromonas* sp., *Citrobacter* spp., *Paeniclostridium* sp., *Azotobacter vinelandii* БИМ В-75, выделенные отделом биотехнологий ЗАО «Струнные технологии» (г. Минск, Беларусь) из мирового Банка плодородных почв и почвенных микроорганизмов (создан в Беларуси на территории Крестьянского (фермерского) хозяйства «Юницкого») и обладающие комплексом полезных свойств [10].

Таблица 1 – Состав пищевых отходов

Компонент	Содержание, %
Картофель (в том числе очистки)	60
Овощные отходы	15
Фруктовые отходы	5
Мясные отходы	3
Рыбные отходы	2
Кости	4
Хлеб	2
Молочные продукты	1
Яичная скорлупа	1
Посторонние примеси	4
Прочие отходы	3

На первом этапе эксперимента инокулят, состоящий только из целлюлозолитических микроорганизмов (*Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-1236, *Aeromonas* sp., *Citrobacter* spp., *Paeniclostridium* sp.), объёмом 50, 100, 150, 200 мл, а также 1 л (далее – контроль) добавлялся к пищевым отходам массой 100 г и оставлялся на семь суток в термостате при температуре (32,5 ± 2) °С до полного разложения.

На втором этапе (на седьмые сутки) к полученному путём разложения компосту добавляли азотфиксирующие культуры (*Azotobacter vinelandii* БИМ В-75) и оставляли ещё на трое суток. Результаты регистрировались на седьмой и десятый день эксперимента. Учитывались такие показатели, как содержание азота и общее микробное число (ОМЧ).

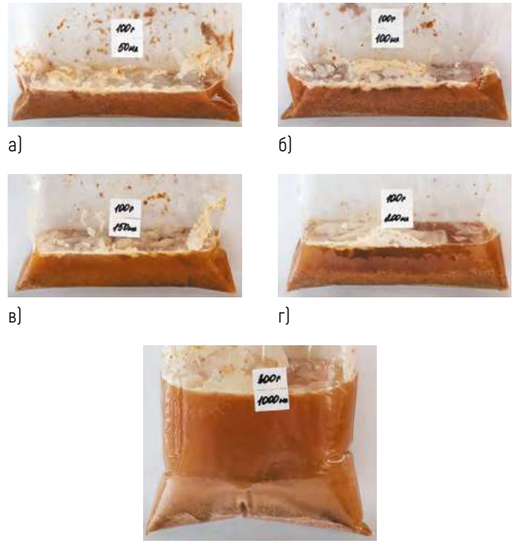
На третьем этапе полученный жидкий компост использовали в качестве органической подкормки для салата-латука (*Lactuca sativa* L.). В субстрат, предназначенный для посадки семян, вносили компост каждого из объёмов инокулята (50, 100, 150, 200 мл и контроль) (таблица 2), а также добавляли минеральное удобрение с азотом, фосфором и калием (далее – NPK).

Таблица 2 – Условные обозначения составов почвы, применяемых при постановке эксперимента

Соотношение компоста и субстрата	Объём инокулята, мл	Обозначение
1 : 20	50	Вариант 1
	100	Вариант 3
	150	Вариант 5
	200	Вариант 7
1 : 50	50	Вариант 2
	100	Вариант 4
	150	Вариант 6
	200	Вариант 8

Основные результаты эксперимента

На второй день после постановки первого этапа эксперимента в образцах наблюдалось значительное брожение и выделение газа по сравнению с первым днём (рисунок 1).

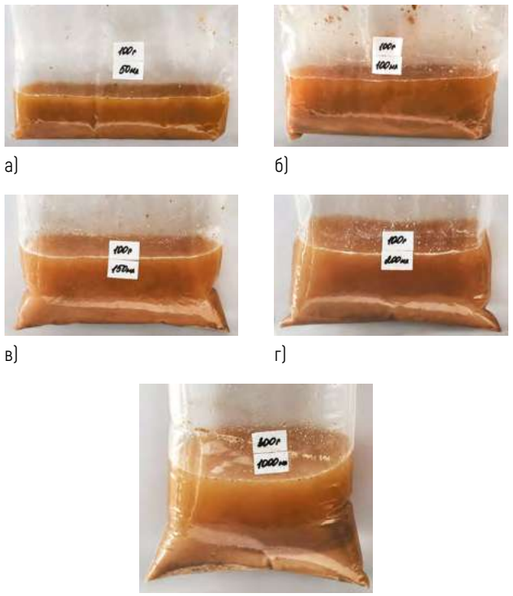


а) б) в) г) д)

Рисунок 1 – Второй день биоутилизации пищевых отходов:
а – 50 мл инокулята; б – 100 мл инокулята; в – 150 мл инокулята;
г – 200 мл инокулята; д – контроль

Кроме брожения и газообразования, которые продолжались на протяжении семи дней, также отмечалось изменение цвета образцов. Количество органических остатков уменьшалось. Присутствовал резкий неприятный запах. Данные наблюдения свидетельствуют о правильно подобранных условиях для развития и питания микроорганизмов. Биодеструкция органических остатков протекала активно.

На десятый день эксперимента (через три дня после добавления азотфиксирующей культуры *Azotobacter vinelandii* БИМ В-75) произошло незначительное газообразование, а также изменение цвета всех образцов с тёмно-коричневого до бежевого (рисунок 2). Запах стал менее резким и неприятным.



а) б) в) г) д)

Рисунок 2 – Десятый день биоутилизации пищевых отходов:
а – 50 мл инокулята; б – 100 мл инокулята; в – 150 мл инокулята;
г – 200 мл инокулята; д – контроль

После окончания эксперимента образовавшийся жидкий компост исследован на содержание азота для сравнения его количества до добавления азотфиксирующих бактерий и после, а также на ОМЧ. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты биодеструкции органических остатков при помощи сообщества целлюлозолитических и азотфиксирующих микроорганизмов

Объём инокулята	Содержание азота в осадке, мг/100 г		ОМЧ, КОЕ/мл	
	7-й день	10-й день	7-й день	10-й день
50 мл	2494,2	2255,06	9×10^9	1×10^9
100 мл	3228,2	3360,8	3×10^9	5×10^8
150 мл	1172,4	4251,85	9×10^8	1×10^8
200 мл	2252,7	3859,29	4×10^9	4×10^8
Контроль	2575,6	5227,27	3×10^8	3×10^7

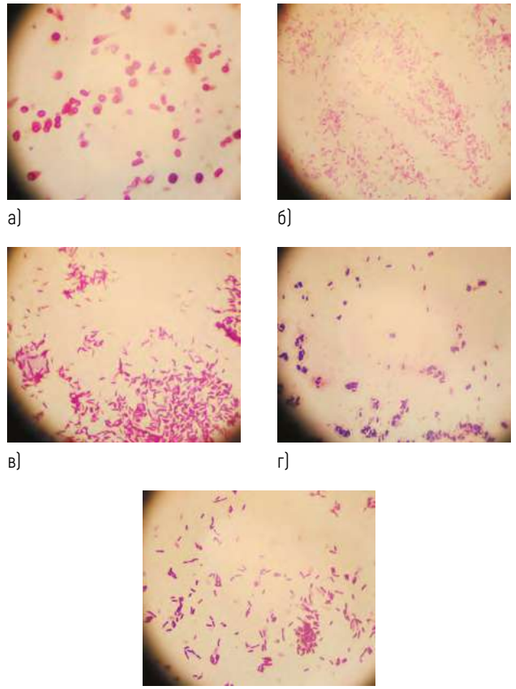
Добавление *Azotobacter vinelandii* БИМ В-75 увеличило содержание азота в образцах в среднем на 30 % за три дня. Компост с объёмом инокулята 150 мл и контроль имели наилучший результат. Показатель ОМЧ во всех образцах снизился, но незначительно. Это может свидетельствовать о нехватке кислорода микроорганизмам вследствие выделения газа.

Микроорганизмы, преобладающие при биоутилизации органических отходов

Помимо химического анализа проведена идентификация микроорганизмов. Данный процесс – один из самых важных и трудоёмких этапов биологических исследований. Он осуществлялся для сравнения микроорганизмов, содержащихся в исходном инокуляте и полученном компосте, а также для выявления новых бактерий, появившихся в процессе брожения.

Идентификация видовой и родовой принадлежности микроорганизмов после биоутилизации проводилась несколькими методами. Результат сформирован из совокупности данных. Морфология изучалась путём микроскопии мазков и окрашивания методом Грама. Культуральные свойства определялись высевом культуры на твёрдые агаризованные среды с учётом формы, контура края, размера, величины (диаметр), цвета колоний, их структуры и консистенции. Вместе с тем с помощью дифференциально-диагностических сред исследовалась биохимическая активность культур, в том числе оксидазная и каталазная активность.

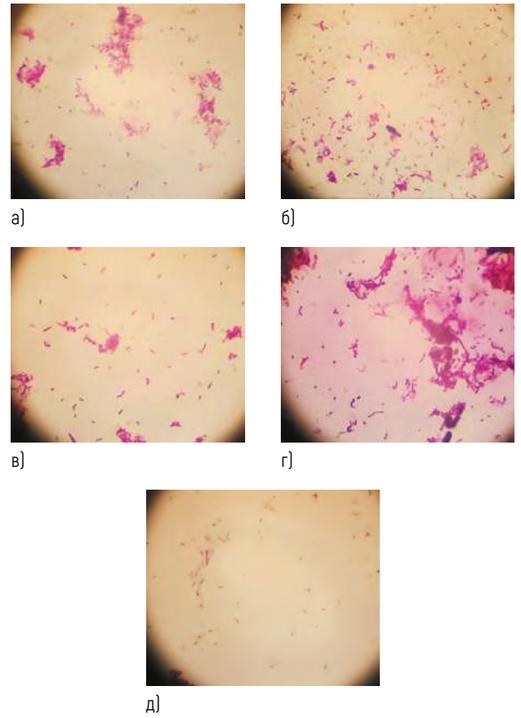
До постановки эксперимента проведена окраска методом Грама микроорганизмов (*Azotobacter vinelandii* БИМ В-75, *Aeromonas* sp., *Citrobacter* spp., *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-1236, *Paeniclostridium* sp.), которые планировалось использовать для инокулята (рисунок 3).



а) б) в) г) д)

Рисунок 3 – Окрашенные культуры микроорганизмов под микроскопом:
а – *Azotobacter vinelandii* БИМ В-75; б – *Aeromonas* sp.;
в – *Citrobacter* spp.; г – *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-1236;
д – *Paeniclostridium* sp.

После первого и второго этапов биоутилизации при проведении идентификации обнаружены не только микроорганизмы, находившиеся в исходном инокуляте (*Azotobacter vinelandii* БИМ В-75, *Aeromonas* sp., *Citrobacter* spp., *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-1236, *Paeniclostridium* sp.), но и грамотрицательные и грамположительные кокки (рисунок 4). Появление данных бактерий можно объяснить тем, что пищевые отходы подвержены естественному процессу гниения.



а) б) в) г) д)

Рисунок 4 – Окрашенные культуры микроорганизмов под микроскопом после второго этапа биоутилизации:
а – 50 мл инокулята; б – 100 мл инокулята; в – 150 мл инокулята;
г – 200 мл инокулята; д – контроль

Использование биоутилизированной органики в качестве удобрения для растений

В лабораторных условиях поставлен эксперимент для определения пригодности ферментированного остатка в качестве органического удобрения с подобранными ассоциациями бактерий [11].

В соответствии с концепцией инженера А.Э. Юницкого [12] в ЭКД будет иметься необходимый набор инструментов, обеспечивающих рост культур, включая плодородный слой почвы и ассоциации агрономически ценных почвенных микроорганизмов. В эксперименте созданы условия, максимально похожие на характерные для ЭКД. Использовалась облегчённая почва объёмом 20 л, супесь с содержанием следующих микроэлементов (мг/кг почвы): N – 45, P – 68, K – 80, Mg – 12, Ca – 14, Fe – 0,04, Mn – 0,01. В неё добавлены органические остатки после биоутилизации в различной

вариации (таблица 4). Температура при росте и развитии культур составляла 25–28 °С.

Таблица 4 – Варианты смеси почвы при pH 6,8

Состав почвы	Содержание минеральных компонентов, мг/кг почвы					Добавление органической части, г/кг почвы
	N	P	K	Mg	Ca	
Контроль без добавления компонентов	45	68	80	12	14	–
Контроль с добавлением NPK	50	80	140	12	20	–
Вариант 1	45	68	80	12	14	0,005
Вариант 2						0,002
Вариант 3						0,05
Вариант 4						0,02
Вариант 5						0,15
Вариант 6						0,1
Вариант 7						0,2
Вариант 8						0,25

Объект исследования – салат-латук (*Lactuca sativa* L.) – обладает высокой скоростью роста и быстрой отзывчивостью на различные элементы и компоненты, находящиеся в почве. В неё перед высевом культур вносились органические остатки согласно таблице 4; затем проводился физиологический анализ растений.

Содержащиеся в грунте бактерии не оказывали патогенной нагрузки на прорастание семян, но также не имели прямого воздействия на рост и развитие. На корневой системе ростков при визуальном осмотре не наблюдалось гнилей и дефектов. Листовые пластины при прорастании выглядели жизнеспособными и здоровыми. В процессе опыта проведены посевы на селективные среды для выявления на листьях салата патогенных микроорганизмов: *Escherichia coli*, *Salmonella*, семейства *Enterobacter*, *Staphylococcus aureus*. Результаты показали отсутствие грибковых и бактериальных заболеваний.

Полученные в эксперименте данные представлены в таблице 5. Варианты почвы 4 и 5 имели лучший результат по сравнению с контролем с добавлением NPK. Хорошо проявили себя варианты 3, 6 и 7: средний размер растений составил 27,5 см.

Таблица 5 – Ростовые характеристики салата

Состав почвы	Средний размер салата с корнем, см	Средний размер листовой пластины, см^2
Вариант 1	24	13,7
Вариант 2	25	12,8
Вариант 3	27,5	15,4
Вариант 4	31	12,1
Вариант 5	30	13,3
Вариант 6	27,1	13,4
Вариант 7	28	12
Вариант 8	23,3	11,9
Контроль без добавления компонентов	25	10,8
Контроль с добавлением NPK	26	11,7

В дальнейшем вариант 3 показал быстрый рост салата по сравнению с контролем с NPK – в пять раз выше. Так же себя проявили и растения в варианте 1, однако контроль они превзошли примерно в четыре раза (рисунок 5).

Количество листовых пластин во всех вариантах эксперимента не менялось, что свидетельствует о поэтапном развитии растений, предусмотренном генетической программой. Вместе с тем площадь листа отличалась в зависимости от объёма внесённого инокулята. Так, в варианте 3 она составила 15,4 см^2 (на 32 % больше, чем в контроле с NPK), в варианте 1 – 13,7 см^2, а в варианте 6 – 13,4 см^2. Увеличение листовой пластины может быть связано с двумя основными факторами: усвоением нитратов и нитритов в свободной форме, находящихся в почве, и наличием внеклеточных ферментов бактерий, схожих по действию с фитогормонами или элиситорами, влияющими на ростостимулирующие показатели.

а) б) в) г)
д) е) ж) з)
и) к)

Рисунок 5 – Демонстрация влияния биоутилизированной органики на рост и развитие салата по сравнению с контролем:
а – вариант 1; б – вариант 3; в – вариант 5; г – вариант 7; д – вариант 2; е – вариант 4; ж – вариант 6; з – вариант 8;
и – контроль без добавления компонентов; к – контроль с добавлением NPK

При повышении уровня гормонов у растений запускаются ростостимулирующие процессы, в связи с чем увеличиваются междоузлия и высота культур, однако подобного не зафиксировано в эксперименте.

Вкусовые качества *Lactuca sativa* L. оценивались по пятибалльной системе, где 1 – прогоркший, кислый вкус со слабовыраженным ароматом зелени; 2 – кислый вкус со слабовыраженным ароматом зелени; 3 – слабогорький

вкус с ароматом свежей зелени; 4 – слабовыраженный горький вкус с ароматом зелени; 5 – ярко выраженный вкус без горечи. Оценка проводилась дегустационной группой, в которую вошли 30 человек различной гендерной и возрастной принадлежности. Средний балл дегустации по всем вариантам продемонстрирован на рисунке 6.

Рисунок 6 – Оценка вкусовых свойств салата, выращенного в различных грунтах

Вкусовые показатели салата в вариантах 1, 3 и 4 оказались лучше, чем в контроле с добавлением NPK. Во всех остальных вариантах растения не достигли показателей данного контроля.

Заключение

В замкнутой экосистеме земного типа требуется применение средств для поддержания автономности её существования. Для решения экологических проблем, связанных с образованием отходов, в ЭКД рекомендуется использовать микробиологическую утилизацию.

В ходе исследования подобраны агрономически ценные микроорганизмы, с помощью которых проводился процесс биоутилизации пищевых отходов. На четвёртый день эксперимента органические остатки почти полностью разложились. Продукты их ферментации вносились в качестве органического удобрения при высеве салата-латука. Результаты опыта показали, что в вариантах почв 1, 3 и 6 площадь листовой пластины в среднем на 2,5 см^2 больше, чем в контроле с NPK; в вариантах 4, 5 и 7 размер салата с корнем в среднем на 3,7 см больше, чем у контроля с NPK.

Таким образом, переработка органических отходов, осуществлённая с помощью микроорганизмов, даст возможность не только снизить нагрузку на замкнутую систему ЭКД, но и произвести, применяя продукты ферментизации, эффективное, экологичное и экономичное биоорганическое удобрение, главным назначением которого является повышение урожая, ускорение роста и всхожести сельскохозяйственных культур. Кроме того, биоутилизация может стать методом, позволяющим очистить от органических загрязнений воду, землю и воздух замкнутой экосистемы ЭКД, а также использовать переработанные отходы в органическом сельском хозяйстве, полностью исключив внесение химических удобрений.

Список основных источников

1. *Сопилко, Н.Ю. Переработка отходов: анализ мировых тенденций / Н.Ю. Сопилко // Твёрдые бытовые отходы. – 2011. – № 11 (65). – С. 42–44.*
2. *Народонаселение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.un.org/ru/global-issues/population. – Дата доступа: 20.07.2023.*
3. *Об объёмах сбора вторичных материальных ресурсов и отходов товаров и упаковки, размерах расходования денежных средств, полученных от производителей и поставщиков в 2021 году [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Оператор вторичных материальных ресурсов». – Минск, 2022. – Режим доступа: https://www.vtoroperator.by/upload/iblock/e23/kfq436cpp0u2r1ixltplveqd519trk6a/operator_2021_0.pdf. – Дата доступа: 20.07.2023.*
4. *Kostecka, J. Food Waste in the Organic Recycling System and Sustainable Development / J. Kostecka, M. Garczyńska, G. Pączka // Problemy Ekorozwoju. – 2018. – Vol. 13, No. 2. – P. 157–164.*
5. *Новые свалки создадут в Минске и других городах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sputnik.by/20220603/novye-svalki-sozdadut-v-minske-i-drugikh-gorodakh-1063234084.html. – Дата доступа: 20.07.2023.*
6. *Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов: коллектив. монография / общ. ред. и сост. А.Н. Ножевниковой [и др.]. – М.: Университет. кн., 2016. – 320 с.*
7. *Систер, В.Г. Выбор технологий обезвреживания отходов с учётом их состава и свойств / В.Г. Систер, А.Н. Мирный // Твёрдые бытовые отходы. – 2009. – № 1 (31). – С. 16–21.*
8. *Microbial Strategies for Bio-Transforming Food Waste into Resources / P. Sharma [et al.] // Bioresource Technology. – 2020. – Vol. 299. – 122580.*
9. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
10. *Юницкий, А.Э. Почва и почвенные микроорганизмы в биосфере ЭкоКосмоДома / А.Э. Юницкий, Е.А. Соловьёва, Н.С. Зыль // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 179–183.*
11. *Заяц, В.С. Протекторная способность экзогенных элиситоров из Ganoderma lucidum при индукции солевого стресса у кресс-салата / В.С. Заяц, И.В. Налетов, Е.А. Крюков // Настоящее и будущее биотехнологии растений: материалы междунар. науч. конф., Минск, 24–26 мая 2023 г. – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – С. 75.*
12. *Юницкий, А.Э. Локализация объектов промышленного назначения на круговой экваториальной околоземной орбите / А.Э. Юницкий, А.В. Кушниренко, Е.Н. Кулик // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 230–245.*

УДК 665.58

Разработка рецептур косметических средств, содержащих витамин D, для использования в ЭкоКосмоДоме

Е.В. Веремко

А.В. Коледа

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Рассмотрены вопросы возможной нехватки витамина D у жителей ЭкоКосмоДома (ЭКД), проанализированы источники и способы восполнения его дефицита, а также предлагаемые решения данной проблемы. Описаны варианты внесения витамина D в косметические средства. Представлены составы косметической продукции с натуральными компонентами, содержащими в качестве сопутствующего вещества витамин D, а также составы, в которых витамин D включён в виде отдельно дозируемого ингредиента.
Цель исследования – разработать косметические средства с витамином D, которые будут использоваться для компенсации его возможного недостатка при длительном пребывании людей на земной орбите. Поставленные задачи: провести анализ источников витамина D и способов его доставки в организм, а также рассмотреть варианты устранения дефицита витамина D с помощью данных источников в условиях проживания в ЭКД; осуществить выбор типа косметических средств, которые будут выступать в роли источника витамина D; подобрать компоненты и приготовить опытные образцы косметики, содержащие витамин D.

Ключевые слова:
активные компоненты, витамин D, косметика с витамином D, неактивная форма витамина D, УФ-излучение, ЭкоКосмоДом (ЭКД).

UDC 665.58

Development of Cosmetic Formulations Containing Vitamin D for Use in the EcoCosmoHouse

Y. Viaremka

A. Koleda

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

The article reviews the issues regarding possible deficiency of vitamin D for the inhabitants of the EcoCosmoHouse (ECH) and analyses the sources and ways to replenish its deficiency, as well as contains solutions to this problem. The variants of vitamin D application in cosmetics are described. There are cosmetics formulations with natural components containing vitamin D as an accompanying substance and formulations where vitamin D is included as a separately dosed ingredient. The purpose of the research is to develop cosmetics with vitamin D which can be used to compensate for its possible deficiency during the prolonged stay of people in Earth orbit. The tasks are as follows: to analyze the sources of vitamin D and the ways of its delivery to the body, as well as to review ways to replenish vitamin D deficiency with the help of these sources in the ECH conditions; to choose the type of cosmetics that will be used as a source of vitamin D; to select the components and to prepare experimental samples of the cosmetics containing vitamin D.

Keywords:
active ingredients, cosmetics with vitamin D, EcoCosmoHouse (ECH), inactive form of vitamin D, UV radiation, vitamin D.

Введение

В настоящее время все производители косметических средств работают над изучением и получением новых и эффективных ингредиентов, которые помогут в решении важных задач в области косметологии и медицины.

Один из наиболее значимых вопросов на сегодняшний день – дефицит витамина D в организме человека. Восполнение его недостатка, а также предотвращение дерматологических проблем возможно не только благодаря воздействию УФ-излучения, правильно подобранному питанию или приёму лекарственных препаратов, но и с помощью специальных косметических средств, содержащих витамин D, которые сейчас недостаточно распространены. В условиях замкнутой экосистемы данный вопрос является наиболее актуальным и подлежит дальнейшему детальному рассмотрению.

Витамин D, его функции и источники

Известно, что витамин D необходим для регуляции многочисленных физиологических процессов. Основное влияние он оказывает на состояние костей, поскольку помогает кальцию преодолеть барьер между желудочно-кишечным трактом и кровью, а также участвует в его всасывании тонким кишечником. Результатом недостатка кальция и витамина D является остеопороз, вследствие которого минеральная плотность костной ткани снижается, что приводит к повышению риска переломов [1].

Значительное количество данных указывает на то, что витамин D отвечает не только за гомеостаз кальция, но и за гомеостаз кожи, он активно поддерживает кожный врождённый и адаптивный иммунитет [2, 3], играет важную роль в развитии когнитивных функций, регуляции репродуктивной системы, а также стимулирует работу иммунной системы, тем самым улучшая общее состояние организма [1].

Дефицит витамина D связан с большим числом заболеваний, к которым относятся остеопороз, рахит, отдельные формы рака, патологии сердечно-сосудистой системы. Кроме того, обсуждается влияние содержания данного биологически активного вещества в организме человека на неврологическое и психическое состояние [3].

Принято считать, что уровень витамина D со значениями ≥30 нг/мл (75 нмоль/л) достаточен для поддержания здоровья человека. Дефицит витамина D характеризуется диапазоном 21–29 нг/мл (52–57 нмоль/л), а показатели ниже 20 нг/мл (50 нмоль/л) свидетельствуют о его нехватке [1].

В настоящее время различают шесть форм витамина D, которые могут быть получены как естественным путём, так и искусственным. Однако только две из них представляют наибольший интерес для организма человека – эргокальциферол (D_2) и холекальциферол (D_3) [1].

Существует несколько источников поступления витамина D, один из основных – приём пищи. Продуктов, обогащённых данным витамином, относительно немного: мясо жирной рыбы (сёмга, лосось, форель), икра, яйца и молочные продукты. С таким рационом в организм поступает непосредственно витамин D_3. Некоторые грибы содержат витамин D_2, но его показатель в них варьируется в зависимости от вида. Например, максимальный уровень отмечен в грибах майтаке, шиитаке и вешенках [4, 5].

Несмотря на то, что витамин D имеется в часто употребляемых продуктах, его концентрация в них достаточно низкая. Мясо, яйца и жирная рыба, самые богатые витамином D, могут покрыть около 10 % потребности организма в этом биологически активном веществе. Даже при огромном желании человек не способен употребить такое их количество, чтобы восполнить дефицит витамина D. Следует также учитывать условия, в которых выращены и получены данные продукты. Например, рыба, выловленная в море, содержит в четыре раза больше витамина D, чем рыба, выращенная в искусственной среде [6].

Таким образом, находясь длительное время на земной орбите и придерживаясь рациона здорового питания, жители ЭкоКосмоДома (ЭКД) не имеют возможности устранить потребность в витамине D посредством приёма пищи.

Ещё один способ поступления витамина D – дополнительное применение биологически активных добавок (БАД). Рекомендованное количество – 400 МЕ/сут [1]. Однако БАДы, содержащие витамин D, могут взаимодействовать с некоторыми типами лекарственных средств, что в свою очередь ограничивает круг лиц, восполняющих дефицит витамина при помощи биодобавок. Не стоит забывать о том, что БАДы и лекарственные препараты вызывают различного характера повреждения печени, которые проявляются со временем. И несмотря на то, что БАДы не относятся к лекарственным средствам, имеется риск передозировки, значит, при их длительном приёме требуется постоянный контроль биохимических показателей [1].

Кроме того, существенный недостаток применения БАДов – их слабая изученность и неподтверждённая эффективность. Ситуация осложняется тем, что люди приобретают подобные средства самостоятельно, без консультаций со специалистом, не зная их свойств и побочных эффектов [7].

Основным источником, способствующим синтезу витамина D (рисунок 1), является УФ-излучение. Преобразование витамина D начинается с преобразования 7-дигидрохолестерола, который содержится в эпидермисе. Ультрафиолетовое излучение солнца или искусственных источников света превращает 7-дигидрохолестерол в холекальциферол – витамин D_3. Затем из эпидермиса он поступает в кровь с помощью связывающего белка, после чего переносится в печень, где к нему присоединяются гидроксильные группы. Как результат, образуется активная форма витамина D_3 – 1,25-дигидроксихолекальциферол, также его называют кальцитриол [8].

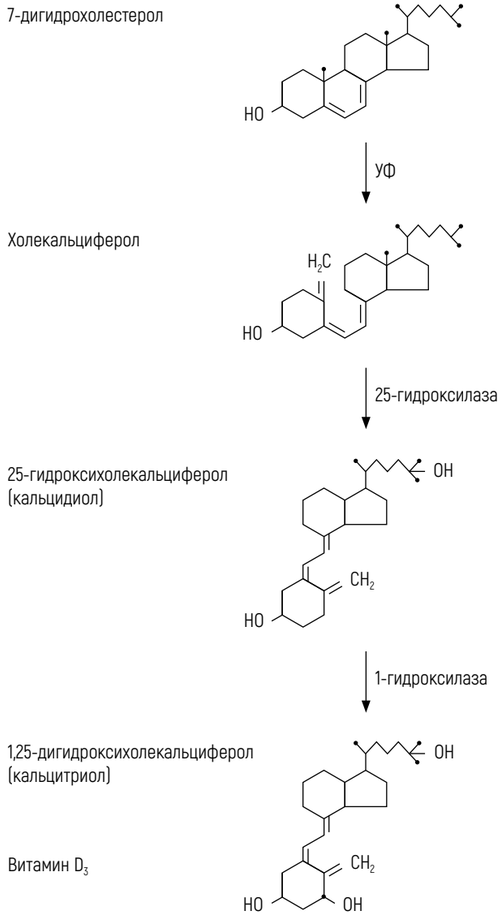


Рисунок 1 – Синтез витамина D

Однако в условиях ЭКД человек не получит необходимого количества витамина D, синтезируемого под действием естественного солнечного излучения. Это связано с тем, что пространство космического дома, в котором будут находиться люди, изолировано от солнечного света. В качестве альтернативного источника света, требуемого для полноценного функционирования человека, развития растений и животных, возможно создание искусственного освещения, имеющего близкий к естественному свету спектр [9].

Одним из вариантов такого искусственного освещения и альтернативного источника УФ-излучения, способствующего синтезу витамина D, могут выступать светодиоды. Согласно испытаниям предыдущих лет [10] УФ-светодиоды типа UVB с длиной волны 293 нм в 2,4 раза более эффективны для выработки витамина D по сравнению с естественным солнечным светом, что, соответственно, сокращает требуемое время воздействия УФ-излучения на кожу человека.

Кроме длины волны источника излучения и времени его воздействия количество синтезируемого витамина D напрямую зависит от площади поверхности тела, которая подвергается УФ-излучению. Научно подтверждено, что для синтеза рекомендуемого суточного количества витамина D (для взрослого человека – 400 МЕ) необходимо подвергнуть излучению светодиодами типа UVB с длиной волны 293 нм 1,5 % поверхности кожи на протяжении 30 с. Эти показатели существенно отличаются от аналогичных параметров для естественного солнечного излучения: 3,9 % поверхности кожи в течение 30 мин [10].

В зависимости от индивидуальных особенностей, в частности фототипа кожи человека, реакция организма на УФ-излучение также оказывается различной: у людей с тёмной кожей требуемое количество витамина D вырабатывается медленнее по сравнению с людьми со светлой кожей [11]. Однако светлокожие более подвержены канцерогенному и мутагенному действию УФ-излучения, что является основным фактором риска заболевания раком кожи [12], а следовательно, одним из критериев, который влияет на степень универсальности получения витамина D таким способом.

Рассмотрим остальные отрицательные моменты данного подхода. УФ-излучение часто применяется в терапевтических целях, поскольку благоприятно сказывается на здоровье человека, инициируя естественный синтез витамина D и активизируя многие процессы, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма (обмен веществ, работа сердечно-сосудистой системы, ферментативная активность). Однако чрезмерное воздействие УФ-излучения как солнца,

так и света, распространяемого искусственными источниками, сопряжено с серьёзными рисками для здоровья [13]. Негативное влияние ультрафиолетового излучения может проявляться в виде ожогов, дерматита, атрофии, пигментных изменений, возникновения морщин и злокачественных новообразований кожи. Наиболее опасное последствие чрезмерного нахождения в зоне УФ-излучения – риск развития меланомы, которая считается смертельной формой рака кожи. Проведены эксперименты, показывающие, что максимально сильным онкогенным воздействием обладают лучи UVB, которые и считаются источником синтеза витамина D [14]. Поэтому проблематично чётко разграничить уровень благоприятного и неблагоприятного влияния УФ-излучения на человека. Для этого важно строго придерживаться рекомендаций по времени и частоте воздействия облучения, учитывающих индивидуальные особенности организма [15].

Исследования показали: после продолжительного полёта у астронавтов отмечается снижение плотности костной ткани. Такие изменения объясняются тем, что при длительном нахождении в космосе экипаж не получает необходимого количества солнечных лучей, под влиянием которых образуется витамин D. Кроме того, дефицит не восполняется продуктами питания. Условия пребывания человека в ЭКД близки к условиям на Международной космической станции, поэтому проблема нехватки витамина остаётся актуальной [16].

На основании имеющихся в настоящее время данных становится понятно, что для достижения достаточного уровня витамина D в организме человека без вреда для здоровья нужно искать альтернативные источники этого биологически активного вещества. Мы предлагаем применять в ЭКД специальные косметические средства, которые содержат витамин D и помогают восполнить его нехватку в организме.

Преимущества использования косметики, содержащей витамин D

Использование витамина D при производстве косметических средств имеет ряд преимуществ в отличие от рассмотренных ранее способов его поступления в организм. Помимо частичного восполнения потребности в данном полезном веществе местное применение витамина D в составе косметики оказывает положительное влияние на кожу, что делает косметические продукты незаменимыми для ежедневного ухода, лечения кожных заболеваний и предупреждения преждевременного старения кожи. Данный компонент обладает высокой степенью защиты от губительного воздействия УФ-излучения, имеет противовоспалительный и антибактериальный эффект, способствует укреплению иммунной системы кожи, предотвращая потерю влаги и сухость кожных покровов, борется с первыми признаками таких заболеваний, как акне, розацеа, атопический дерматит [1].

С возрастом уровень синтеза витамина D в организме снижается, поэтому кожа становится дряблой и сухой, проявляются возрастные изменения. Витамин D помогает устранить признаки старения, повышает упругость кожи, усиливает её сияние, подавляет воспалительные процессы в тканях, а также противостоит возникновению морщин [17].

Способы включения витамина D в состав косметических средств

Различают следующие способы включения витамина D в состав косметических средств:

- как отдельно дозируемый компонент;
- как сопутствующее вещество в составе натурального сырья.

В качестве потенциального отдельно дозируемого компонента мы рассмотрели две самые распространённые формы витамина D, которые обладают низкой токсичностью и могут содержаться в косметических средствах в повышенном количестве [17].

Результаты исследований подтвердили, что при применении суммарных эквивалентных доз витаминов D_2 (с учётом регулярного использования) и D_3 (с учётом периодичного использования) наиболее эффективно в слоях дермы накапливается витамин D_3 [18].

Однако при введении витамина D_3 в состав косметических средств возникают трудности из-за нестабильности данной формы витамина и, как следствие, сложности дозирования. Поэтому в разработанной косметике витамин D_3 используется в виде неактивной формы – 7-дигидрохолестерола, который при фотоизомеризации превращается в витамин D_3 [19].

Безопасность применения 7-дигидрохолестерола в препаратах местного действия заключается в том, что он может накапливаться в коже, формируя собственный биологический запас, однако активная форма витамина D образуется только при необходимости восполнения его дефицита в организме [20].

Для транспортировки в эпидермис 7-дигидрохолестерол, являясь жирорастворимым компонентом, должен находиться в комплексе с β-циклодекстрином – углеводом, который обеспечивает капсулирование жирорастворимых компонентов в водных растворах [21].

На основе проведённых раннее исследований по применению активной формы витамина D в препаратах местного действия [22] было принято решение о введении в косметические средства 7-дигидрохолестерола в эквивалентном объёме – 5000 МЕ в 1 г продукта. Количество β-циклодекстрина, необходимое для капсулирования 7-дигидрохолестерола, рассчитано из соотношения 100 : 1 [23].

Второй способ включения витамина D в состав косметических средств – использование натурального сырья, где в качестве сопутствующего вещества выступает данный витамин.

Натуральное сырьё, которое применяется при производстве косметических продуктов, чаще всего имеет растительную природу и обогащено витамином D_2. Примером таких источников в первую очередь могут служить экстракты водорослей, грибов, лишайников. В редких случаях в растительном сырье встречается витамин D_3. Он содержится преимущественно в плодовых частях представителей семейств злаковых, паслёновых и лавровых [6, 24].

Однако проблематично дозировать количество поступающего витамина D посредством использования косметических компонентов из растительного сырья, поэтому данный метод больше подходит в качестве дополнительного для поддержания уже достигнутого оптимального уровня витамина D в организме.

Разработка составов косметических средств с витамином D

В ЗАО «Струнные технологии» (г. Минск, Беларусь) разработаны следующие косметические продукты для тела: флюид, крем, спрей, дезодорант. Выбор данного типа препаратов обусловлен тем, что они являются несмываемыми уходовыми средствами и имеют длительное время контакта с кожей, необходимое для транспортировки активных веществ, в том числе витамина D, в глубинные слои кожи.

За счёт минималистичного, но многофункционального набора компонентов и отсутствия отдушек предлагаемые косметические продукты универсальны и могут быть использованы как женщинами, так и мужчинами.

Рассмотрим преимущества разработанных косметических средств, содержащих 7-дигидрохолестерол.

1. Флюид для тела. Предназначен для увлажнения кожи лица и тела, поддержания её эластичности и упругости.

Активные компоненты, входящие в состав данного косметического средства:

- гидролизованный протеин сои. Оказывает омолаживающее и регенерирующее действие, наполняя кожу влагой и повышая её упругость;
- 7-дигидрохолестерол. Является предшественником витамина D, стимулирует выработку защитных свойств кожи, снимает раздражение и покраснение;
- экстракт мелиссы. Предотвращает сухость и шелушение, активизирует обменные процессы в клетках кожи, оказывает успокаивающее действие.

Регулярное использование данного флюида для тела помогает восполнить нехватку витамина D в организме, минимизирует негативное воздействие УФ-излучения и способствует формированию защитного рогового слоя кожи.

2. Крем для тела. Предназначен для смягчения, успокоения и профилактики обезвоживания кожи лица и тела.

Активные компоненты, входящие в состав данного косметического средства:

- 7-дигидрохолестерол. Снижает чувствительность кожи к внешним факторам, усиливает её сияние и помогает бороться с кожными заболеваниями;
- бетаин. Комплексно воздействует на кожу, нормализуя гидролипидный баланс, удерживая влагу и придавая мягкость и шелковистость;
- экстракт родиолы розовой. Тонизирует и снимает отёчность кожи, оказывает омолаживающее и противовоспалительное действие.

Крем для тела разработан специально для насыщения кожи витамином D, восстановления её липидного барьера и защиты от негативного влияния окружающей среды.

Представим косметические продукты, в которых витамин D присутствует в качестве сопутствующего вещества.

1. Спрей для тела. Уменьшает раздражение, тонизирует и нормализует водный баланс кожи лица и тела.

Активные компоненты, входящие в состав данного косметического средства:

- экстракт гриба рейши. Повышает иммунитет кожи, выравнивает её цвет, придаёт гладкость и бархатистость. Благодаря наличию витамина D активно борется с первыми признаками старения;
- экстракт чайного гриба. Обладает антиоксидантной, противовоспалительной и антимикробной активностью. Входящие в состав витамины группы В устраняют покраснение, шелушение и сухость кожи;

• экстракт шиповника. Увлажняет и тонизирует кожу, защищает её от загрязняющих веществ окружающей среды и ультрафиолетового излучения. Присутствующий в значительном количестве витамин С участвует в синтезе коллагена.

За счёт витамина D, содержащегося в экстракте гриба рейши, спрей для тела способствует своевременной регенерации кожи, предотвращая её сухость и вялость.

2. Дезодорант для тела. Предназначен для эффективной защиты от запаха и пота в течение дня.

Активные компоненты, входящие в состав данного косметического средства:

• экстракт авокадо. Содержит большое количество витамина D, питает и способствует регенерации кожи, замедляет процессы старения, помогает вернуть ей упругость и гладкость;

• экстракт календулы. Активизирует защитные функции кожи, стимулирует процессы обновления клеток, нормализует работу сальных желёз;

• экстракт иссопа. Обладает противовоспалительным и антибактериальным эффектом, оказывает охлаждающее и успокаивающее действие на кожу.

За счёт витамина D, присутствующего в составе экстракта авокадо, эффективная регуляция потовых желёз сопровождается бережной защитой кожи от сухости и раздражений.

Таким образом, разработанная в ЗАО «Струнные технологии» линейка косметических средств (рисунок 2), обогащённых витамином D, сможет обеспечить жителям ЭКД полноценный уход за всеми частями тела, способствуя укреплению здоровья и восполняя дефицит необходимых нутриентов в условиях проживания в космосе. Предложенные косметические продукты рекомендуются для ежедневного использования, не вызывают привыкания, не требуют увеличения дозы нанесения и сохраняют эффективность на протяжении всего срока применения. Содержание преимущественно натуральных компонентов является отличительной особенностью разработанных уходовых средств, что имеет важное значение при увеличении спроса на безопасную и экологичную косметику. Для её производства применяются специальные технологии, которые позволяют сохранить органическим ингредиентам свои полезные свойства. Основную часть растительного сырья, необходимого для получения представленных косметических средств, целесообразно выращивать в ЭКД. Такой подход обусловит минимизацию затрат на транспортировку материалов и существенно снизит себестоимость продукции, а также гарантирует, что при культивировании растений и грибов, из которых впоследствии получают вытяжки и экстракты, не используются удобрения генетического и химического происхождения, а применяются только естественные методы выращивания [25, 26].

Рисунок 2 – Линейка косметических средств для тела, содержащих витамин D: дезодорант, спрей, флюид и крем

Остатки растительной биомассы, образующиеся после получения экстрактов, можно подвергнуть деструкции микро- и макроорганизмами, делая производство безотходным, что особенно актуально в замкнутой системе [9].

Заключение

На основании проведённого анализа возможной нехватки витамина D в условиях проживания в ЭКД сделан вывод о необходимости поиска альтернативных источников его поступления в организм, среди которых получение и использование косметических средств, содержащих данное биологически активное вещество.

Недостаток витамина D в организме человека, пребывающего долгое время на околоземной орбите, смогут компенсировать созданные в ЗАО «Струнные технологии» специальные косметические средства. Данные продукты, располагая минимальным списком натуральных компонентов, сочетают в себе максимально функциональные вещества, которые полезны не только для состояния кожи, но и для здоровья в целом.

Разработанные универсальные уходовые косметические средства, в которых присутствует витамин D, способствуют восполнению его нехватки в организме человека. Использование натурального сырья при производстве косметических препаратов обеспечивает их высокое качество, а также гармонично вписывается в общую концепцию борьбы за экологию, предполагающую растущий спрос на натуральную и экологичную косметику.

Список основных источников

1. *Плещева, А.В. Витамин D и метаболизм: факты, мифы и предубеждения / А.В. Плещева, Е.А. Пигарова, Л.К. Дзеранова // Ожирение и метаболизм. – 2012. – № 2 (31). – С. 33–42.*
2. *Корнишева, В.Г. Значение витамина D в иммунной системе и патогенезе аутоиммунных процессов кожи (обзор) / В.Г. Корнишева, К.С. Кукушкина // Проблемы медицинской микологии. – 2018. – Т. 20, № 3. – С. 15–20.*
3. *Пигарова, Е.А. Неклассические эффекты витамина D / Е.А. Пигарова, А.А. Петрушкина // Остеопороз и остеопатии. – 2017. – № 20 (30). – С. 90–101.*
4. *Елисеева, Т.В. Витамин D – описание, польза и где содержится / Т.В. Елисеева, А.В. Мироненко // Журнал здорового питания и диетологии. – 2018. – Т. 5, № 3. – С. 52–66.*
5. *Физиологическая потребность и эффективные дозы витамина D для коррекции его дефицита. Современное состояние проблемы / В.М. Коденцова [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 2. – С. 47–62.*
6. *Геринг, Х. Витамин D – гормон солнца. А если солнечного света недостаточно? / Х. Геринг, С.В. Кожухова // Биохимия. – 2015. – Т. 80, вып. 1. – С. 14–28.*
7. *Ираклионова, Н.С. Влияние биологически активных добавок на организм человека / Н.С. Ираклионова, Е.Б. Сысуев // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 9. – С. 96–97.*
8. *Снопов, С.А. Механизмы действия витамина D на иммунную систему / С.А. Снопов // Медицинская иммунология. – 2014. – Т. 16, № 6. – С. 499–530.*
9. *Юницкий, А.Э. Особенности проектирования жилого космического кластера «ЭкоКосмоДом» – миссия, цели, назначение / А.Э. Юницкий // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 51–57.*
10. *Ultraviolet B Light Emitting Diodes (LEDs) Are More Efficient and Effective in Producing Vitamin D_3 in Human Skin Compared to Natural Sunlight / T. Kalajian [et al.] // Scientific Reports. – 2017. – Vol. 7, iss. 1. – 11489.*
11. *Pavandeep, G. Assessment of the Feasibility of Using Sunlight Exposure to Obtain the Recommended Level of Vitamin D in Canada / G. Pavandeep, K. Sunil // CMAJ Open. – 2015. – Vol. 3, iss. 3. – P. 258–263.*
12. *UV Radiation and the Skin / J. D'Orazio [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2013. – Vol. 14, iss. 6. – P. 12222–12248.*
13. *Гущин, М.О. О повреждающем действии ультрафиолетовых лучей на кожу человека / М.О. Гущин, Ю.Н. Проскурнова // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 4, ч. 2. – С. 221–223.*
14. *Sample, A. Mechanisms and Prevention of UV-Induced Melanoma / A. Sample, Y.-Y. He // Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine. – 2018. – Vol. 34, iss. 1. – P. 13–24.*
15. *Concurrent Beneficial (Vitamin D Production) and Hazardous (Cutaneous DNA Damage) Impact of Repeated Low-Level Summer Sunlight Exposures / S.J. Felton [et al.] // British Journal of Dermatology. – 2016. – Vol. 175, iss. 6. – P. 1320–1328.*
16. *Khoshvaghti, A. Vitamin D in Space / A. Khoshvaghti // Fads and Facts About Vitamin D / ed. E.T. Zawada. – London: IntechOpen, 2019. – P. 63–80.*
17. *Хапалюк, А.В. Витамин D и иммунитет / А.В. Хапалюк // Лечебное дело. – 2022. – № 3 (82). – С. 14–20.*
18. *Hammami, M.M. Differential Effects of Vitamin D_2 and D_3 Supplements on 25-Hydroxyvitamin D Level Are Dose, Sex, and Time Dependent: A Randomized Controlled Trial / M.M. Hammami, A. Yusuf // BMC Endocrine Disorders. – 2017. – Vol. 17. – 12.*

19. *Раскина, К.В. История «Д» / К.В. Раскина, Ю.Е. Потешкин // Актуальная эндокринология. – 2015. – № 5. – С. 1–7.*
20. *Квартет здоровья – новая концепция современной профилактической и эстетической медицины: витамин D, возможности внутреннего и наружного применения / Л.О. Ворслов [и др.] // Косметика и Медицина. – 2015. – № 4. – С. 36–45.*
21. *Loftsson, T. Anomalous Properties of Cyclodextrins and Their Complexes in Aqueous Solutions / T. Loftsson, H.H. Sigurdsson, P. Jansook // Materials. – 2023. – Vol. 16, iss. 6. – 2223.*
22. *Bubshait, D.A. Topical Vitamin D_3: A Randomized Controlled Trial (RCT) / D.A. Bubshait, D.A. Al-Dakheel, F.M. Alanii // Clinical Nutrition ESPEN. – 2018. – Vol. 27. – P. 16–19.*
23. *Solubility of Cyclodextrins and Drug/Cyclodextrin Complexes / P. Saokham [et al.] // Molecules. – 2018. – Vol. 23, iss. 5. – 1161.*
24. *Biofortified Tomatoes Provide a New Route to Vitamin D Sufficiency / J. Li [et al.] // Nature Plants. – 2022. – Vol. 8. – P. 611–616.*
25. *Шахно, Е.А. Лекарственные растения для ЭкоКосмоДома: подбор, условия выращивания, область применения / Е.А. Шахно, Н.С. Зыль // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 283–291.*
26. *Юницкий, А.Э. Лекарственные и съедобные грибы в условиях замкнутой экосистемы: культивирование, свойства, применение / А.Э. Юницкий, А.А. Костеневич // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 269–280.*

УДК 581.6:58.01/.07

Получение натуральных моющих средств из солодки голой с пребиотиками в условиях ЭкоКосмоДома

Т.Г. Третьякова
П.А. Буглак
Н.С. Зыль

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

UDC 581.6:58.01/.07

Obtaining Natural Detergents from Licorice with Prebiotics in the EcoCosmoHouse Conditions

T. Tratsiakova
P. Buglak
N. Zyl

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

Рассмотрены варианты использования природного сырья для получения моющих средств в условиях замкнутой экосистемы. Представлены результаты эксперимента по изготовлению лабораторных образцов жидкого мыла из солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) с пребиотиками.

Ключевые слова:
замкнутая экосистема, моющие средства, пребиотики, солодка голая (Glycyrrhiza glabra L.), ЭкоКосмоДом (ЭКД).

Options for using natural raw materials for the obtaining of detergents in an enclosed ecosystem are considered. The results of an experiment on the production of laboratory samples of liquid soap from licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) with prebiotics are presented.

Keywords:
detergents, EcoCosmoHouse (ECH), enclosed ecosystem, licorice (Glycyrrhiza glabra L.), prebiotics.

Введение

Жителям ЭкоКосмоДома (ЭКД) необходимы моющие средства, которые лучше изготавливать в орбитальных условиях, чем затрачивать большие денежные ресурсы на их доставку с Земли. В замкнутой экосистеме предпочтительно применение растительного сырья для замены синтетического [1], состав которого представляет собой сложные смеси различных веществ.

Основной недостаток ненатуральных моющих средств – низкая скорость разложения, вследствие чего они загрязняют окружающую среду. Именно поэтому приоритетным направлением в данной сфере является замена таких средств на составы природного происхождения и натуральное мыло.

К поверхностно-активным веществам (ПАВ) органического происхождения можно отнести:

- растительные сапонины (экстракты мыльного дерева, мыльнянки, солодки);
- кастильское мыло (на основе оливкового масла, заменяющего животные жиры);
- фосфатидилхолин (лецитин) из сои.

В качестве натуральной замены синтетическим ПАВ в шампунях и моющих средствах используют природные сапонины (пенообразующие вещества), которые входят в состав некоторых растительных экстрактов – мыльнянки, коры мыльного дерева, корней солодки. Название «сапонины» происходит от латинского *sapo* – мыло. Это сложные безазотистые органические соединения из гликозидов растительного происхождения, обладающие поверхностно-активными свойствами. При взбалтывании растворы образуют густую стойкую пену.

Описание растений, содержащих сапонины

Альпийская фиалка (*Cyclamen* L.)

Многолетнее травянистое растение, относится к семейству первоцветных (рисунок 1) [2]. Сапонины находятся в корнях, которые имеют вид клубней, достигающих больших размеров на мягкой и жирной почве. Технические сапонины получаются обычным способом – экстрагированием мыльного корня водой и выпариванием полученного экстракта.

Сухие клубни содержат растворимые в воде вещества (технические сапонины) – 54,2 %, в том числе чистые сапонины – 25,2 % [3].

Рисунок 1 – Альпийская фиалка

Дрёма белая (*Melandrium album* (Mill.) Garcke)

Одно- или двулетнее травянистое растение, относится к семейству гвоздичных (рисунок 2). В корнях найдены технические сапонины – 31,9 %, в том числе чистые сапонины – 27,5 % [3].

В данном растении имеется довольно мало посторонних веществ по сравнению с другими сапонинсодержащими культурами.

Рисунок 2 – Дрёма белая

Колючелистник железистый (*Acanthophyllum glandulosum* Bunge ex Boiss.)

Многолетнее травянистое растение или полукустарник семейства гвоздичных (рисунок 3). В его корнях обнаружены технические сапонины – 40,5 %, в том числе чистые сапонины – 32,02 % [3].

Рисунок 3 – Колючелистник железистый

Мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis* L.)

Относится к многолетним травянистым растениям семейства гвоздичных (рисунок 4). В исследованиях [3, 4] из сухих корней мыльнянки лекарственной выделены технические сапонины – 58,2 %, в том числе чистые сапонины – 36 %.

Рисунок 4 – Мыльнянка лекарственная

Солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.)

Солодка (солодковый корень, лакрица) – многолетнее травянистое растение семейства бобовых, известно своими полезными свойствами и давно применяется во всём мире (рисунок 5). Лекарственным сырьём являются корни, которые могут храниться в марлевых мешках или бумажных пакетах в сухом прохладном помещении в течение 10 лет.

По данным [5], солодка голая содержит целый ряд лечебных биологически активных соединений, таких как тритерпеновые сапонины, флавоноиды, кумарины и другие фенолы. Общий объём экстрактивных веществ, выделяемых из корней растения, составляет 40 % от массы исходного сырья [6]. Основные биологически активные соединения более подробно представлены в таблице.

Рисунок 5 – Солодка голая

Таблица – Основные биологически активные вещества корня солодки голой

Вещества	Содержание, %
Экстрактивные вещества	22,8–44,1
Тритерпеноиды	7,3–23,6
Углеводы (глюкоза, сахароза, крахмал)	18,2–34
Флавоноиды	3–4
Стероиды	1,5–2
Аскорбиновая кислота	1,1–3,1
Эфирные масла	1,5–2
Аспарагин	1–4
Смолистые вещества	1,7–4,1
Жиры и жироподобные вещества	0,2–4,7
Белки	6,2–10,1
Камеди	1,5–6,5
Горечь нерастворимая (в воде)	1,8–4
Зола (общая)	4,9–9,7

Корни и подземные побеги солодки содержат до 23 % глицирризина, представляющего собой калиевую и кальциевую соль трехосновной глицирризиновой кислоты. Это тритерпеновый сапонин, расщепляющийся при гидролизе на глицирретиновую кислоту и две молекулы глюкуроновой кислоты, которая придаёт корням приторно-сладкий вкус [7].

Солодка нашла применение как источник сырья для получения пищевых, парфюмерно-косметических, технических и других продуктов. В ней имеется множество групп биологически активных соединений: сахара, аминокислоты, пектины, микроэлементы и др. В основном используются глицирризиновая, глицирретиновая кислоты и их производные, флавоноиды и полисахариды.

Солодка голая – полезное лекарственное растение, что является дополнительным плюсом и расширяет область её применения в условиях ЭКД.

На корнях солодки поселяются клубеньковые бактерии, обогащающие почву биологическим азотом, что также будет неоспоримым преимуществом при культивировании лакрицы в лёгких почвогрунтах, которые планируется использовать в замкнутой экосистеме. Надземная растительная часть солодки, достигающая 1,5-метровой высоты, богата протеином (до 12 %) и считается питательной кормовой добавкой для сельскохозяйственных животных [8]. В этой части найдены сапонины, флавоноиды, дубильные вещества, азотистые основания, органические кислоты, сахара и каротин.

С 1 га солодки на второй год после посадки можно собрать около 6 тонн надземной биомассы, а на третий год – 15 тонн. Содержание белка в ней в два раза превышает его количество в люцерне, что делает биомассу солодки питательным и ценным кормом (в сухом виде) для крупного и мелкого рогатого скота [9]. Корень лакрицы можно получить на третий или четвёртый год [10], при этом урожай сухой корневой массы составляет около 6–8 т/га.

Существует огромное количество патентов (более 10 000) по применению солодки [11]. Её включают в препараты для лечения желудка, селезёнки, кишечных, вирусных заболеваний, в том числе СПИДа, а также дерматитов, псориаза, акне, экземы, цистита, холецистита, панкреатита, простатита; в составы желчегонного, слабительного, диуретического, антиаллергического, спазмолитического действия; в лекарства от кашля, бронхита, конъюнктивита, артрита, люмбаго, геморроя, остеопороза, пародонтоза и даже в средства, которые повышают активность противоопухолевых препаратов, показанных при онкологии, и др. В [12] приведено максимальное количество патентных документов по данной тематике.

В косметологии экстракт корней солодки рекомендуется использовать в моющих средствах, продукции против морщин, для омоложения, очистки и осветления кожи, а также для стимуляции роста волос, их лечения и др. Положительным моментом применения лакрицы в шампунях является её способность очищать кожу головы и волосы, не пересушивая их. Всё это говорит о неоспоримых преимуществах выбора такой ценной и многоцелевой растительной культуры в качестве объекта настоящего исследования и основного ингредиента разрабатываемого моющего средства.

Описание натуральных косметических добавок

Для того чтобы произведённые натуральные косметические продукты длительное время имели приятную консистенцию и свежий аромат, следует обеспечить оптимальные условия хранения. Для получения нужной консистенции необходим натуральный загуститель, в качестве которого в проведённом авторами эксперименте выступили пектин и ксантановая камедь. Природными соединениями, выполняющими функцию антиоксидантов и консервантов в органической косметике, считаются морская соль, лимонная кислота и эфирные масла [13], также включённые в рецептуру косметического моющего средства. Свойства данных веществ рассмотрим более подробно.

Пектин

В косметическом производстве востребован как загуститель и комплексообразователь [14]. Является пребиотиком – углеводом, содержимся в овощах, фруктах и зерновых культурах и создающим благоприятную питательную среду для размножения микрофлоры. Микрофлора кожи представляет собой многообразие микроорганизмов, живущих на её поверхности. Это часть защитного барьера организма. Полезные бактерии заселяются в благоприятную питательную среду и оберегают кожный покров от колонизации патогенными микроорганизмами.

Пектин содержит галактуроновую кислоту, обладающую свойством удержания влаги, разглаживания морщин, повышения тонуса кожи. Кроме того, доказана целесообразность использования низкоэтерифицированных пектиновых веществ в качестве активной моющей добавки к шампуням и жидкому мылу, pH которых находится в пределах от 5,5 до 7,5 [15].

Лимонная кислота

Полученная натуральная косметика должна сохранять свои свойства в течение долгого периода, поэтому в её состав необходимо вводить консерванты природного происхождения. Один из них – лимонная кислота, которая является регулятором кислотности, антиокислителем, а также синергистом антиокислителей; добавляется для ароматизации и как натуральный консервант [16]. Может быть задействована в качестве диспергирующего и размельчающего компонента. Подвержена термическому и полному биораспаду. В соответствии с европейской цифровой кодификацией пищевых добавок лимонная кислота классифицируется как E330 и входит в список веществ, разрешённых к использованию в пищевых продуктах и напитках.

Лимонная кислота представляет собой бесцветные кристаллы, внешне похожие на сахар. Области её применения:

- кондитерская промышленность – как подкислитель и усилитель вкуса;
- производство напитков – для придания ощущения свежести. Кроме того, она является синергистом, т. е. веществом, усиливающим действие антиоксидантов, таких как аскорбиновая кислота;
- консервная промышленность – как консервант вместо уксуса, который признан канцерогеном и применение которого в пищевой промышленности большинства стран резко ограничено;
- косметология – как регулятор pH многих косметических препаратов: эликсиров, лосьонов, кремов, шампуней, фиксаторов волос и др.

Морская соль

Отличается богатым химическим составом, с чем связаны её уникальные целебные свойства. Благодаря этому вещество очень популярно в косметологии. Вследствие высокого содержания минералов и других элементов морская соль питает кожу, улучшает кровообращение, подсушивает воспаления и укрепляет капилляры, насыщая их полезными веществами. Для волос она ценна тем, что ускоряет их рост, делает более плотной структуру, а локоны – объёмнее. Морская соль в косметических средствах работает и как антисептик, обладает противовоспалительным и антимикробным действием.

Эфирные масла

Эфирное масло чайного дерева [17] имеет эффективные антисептические свойства и при этом абсолютно безвредно для организма человека. Кроме того, оказывает противовоспалительное, вяжущее, антитоксическое, противовирусное, бальзамирующее, заживляющее, фунгицидное действие. Благодаря этим качествам активно используется в косметической продукции.

Эфирное масло розмарина обладает широким спектром полезных для здоровья свойств, среди них – обезболивающие, противовоспалительные, противомикробные. Данное вещество характеризуется антиоксидантной активностью [18].

Эфирное масло грейпфрута отличается мощным антибактериальным и антимикробным действием, эффективно в борьбе с некоторыми штаммами грибков, имеет цитрусовый аромат.

Эфирное масло франжипани (плюмерии) придаёт приятный запах моющему средству и обладает рядом других ценных свойств: снимает воспалительные процессы, увлажняет и питает сухую кожу, способствует разглаживанию мелких морщин.

Эфирное масло жасмина не только известно тонким ароматом, но и является антисептиком, антибактериальным и противогрибковым средством, не раздражает кожу и поэтому часто используется в продуктах по уходу за кожей и волосами.

Экспериментальная часть

Для того чтобы приготовить моющее средство, корни солодки голой заливали водой в соотношении 1 : 5 по массе, выдерживали на кипящей водяной бане 30 мин, сливали раствор и снова заливали корни водой в соотношении 1 : 3 по массе, обработку повторяли. Полученный отвар (550 мл) центрифугировали, разделили на две части и изготовили разные пробы моющего препарата, в которых в качестве загустителя использовали: в первом образце – ксантановую камедь; во втором – пектин, являющийся также пребиотиком (рисунок 6).

Рисунок 6 – Моющие средства из отвара корней солодки:
1 – с ксантановой камедью; 2 – с пектином

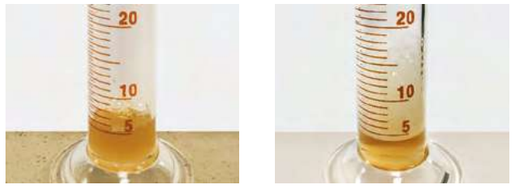
Так как моющие средства полностью натуральные, то в процессе их хранения при температуре (20 ± 5) °С в образцах образовалась плесень: в первом – через 14 дней, а во втором – через месяц. Исходя из того, что современные производители гарантируют хранение косметических

продуктов в открытом виде не более одного месяца, во втором случае был достигнут необходимый результат. Соответственно, в дальнейшей работе нужно предусмотреть вакуумную упаковку и стерилизацию тары, а также исследовать различные комбинации эфирных масел и растений.

Для точного подтверждения наличия сапонинов в растительном сырье применены реакции, основанные на физических и химических свойствах данных веществ [19]. Качественной реакцией на сапонины является пенообразование (рисунок 7), которое у других растений не наблюдается.

Сапонины по химическому строению делятся на две группы: стероидные и тритерпеновые. Для определения группы брали две пробирки, в одну из которых вносили 5 мл 0,1 моль/л NaOH, в другую – 5 мл 0,1 моль/л HCl. После добавляли в каждую пробирку по 2–3 капли отвара и сильно встряхивали (рисунок 8).

В результате в пробирке с кислотой образовалась стойкая пена. Это говорит о том, что в отваре содержатся кислые тритерпеновые сапонины, к которым и относятся производные глицирризиновой кислоты, оказывающей благоприятное влияние на кожу. Стероидные же сапонины дают обильную пену в щелочной среде.



а) б)

Рисунок 7 – Отвар корней солодки:
а – до встряхивания; б – после интенсивного встряхивания в течение 30 с

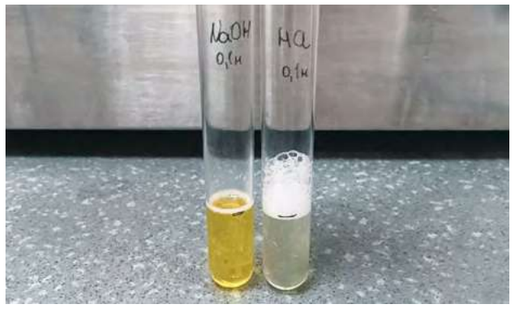


Рисунок 8 – Пробирки с NaOH, HCl и отваром корней солодки

Химическим доказательством наличия сапонинов является осаждение их из водных растворов гидроксидами бария и магния, солями меди, ацетатом свинца. В эксперименте использовали сульфат меди (II). Результат представлен на рисунке 9, который также подтверждает присутствие сапонинов (образовался осадок).

а) б)

Рисунок 9 – Отвар корней солодки:
а – чистый; б – с добавлением сульфата меди (II)

Заключение

В ходе исследования из корней солодки голой получено жидкое мыло, которое может быть использовано как гель для душа или шампунь (3 в 1), поскольку оказывает благоприятное влияние на кожу благодаря содержанию глицирризиновой кислоты. Определено, что раствор с ксантановой камедью хранится при температуре (20 ± 5) °С 14 дней, а с пектином – в два раза дольше.

Так как средство является полностью натуральным, а значит, и скоропортящимся, в дальнейшем необходимо предусмотреть его вакуумную упаковку. Полученные образцы жидкого мыла будут проанализированы на соответствие ТР ТС «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» и установлен срок хранения данных препаратов в герметичной упаковке. Кроме того, исследованию подлежит способ увеличения срока хранения с помощью добавления в моющие средства различных эфирных масел и их смесей, а также отвара самих растений.

Использование натуральных компонентов для изготовления моющих средств – экологичное и многообещающее направление в косметологии. Для составов из корней солодки в качестве пребиотика, загустителя и комплексообразователя можно ввести пектин; в качестве натурального консерванта – морскую соль, лимонную кислоту и эфирные масла чайного дерева, грейпфрута, розмарина; в качестве ароматизатора – эфирные масла франжипани, жасмина. Исходя из литературных данных и проведённых опытов, солодка является перспективным растением для применения в замкнутых экосистемах. Глицирризиновая кислота из её корней может использоваться для изготовления моющих веществ и лекарств, а надземная часть – как корм для животных, что полностью соответствует понятию натурального безотходного производства.

Список основных источников

1. *Зыль, Н.С. Растения специального назначения и их использование в ЭкоКосмоДоме / Н.С. Зыль, Н.В. Баталевич, Е.А. Шахно // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы II междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 21 июня 2019 г. / ООО «Астроинженерные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: Парадокс, 2019. – С. 191–197.*
2. *Cyclamen Exerts Cytotoxicity in Solid Tumor Cell Lines: A Step Toward New Anticancer Agents? / M. Yildiz [et al.] // Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. – 2013. – Vol. 14, iss. 10. – P. 5911–5913.*
3. *Гнамм, Г. Дубильные вещества и дубильные материалы / Г. Гнамм; пер. под ред. Ю.С. Залькинда. – Л.: Науч. химико-техн. изд-во, 1927. – 460 с.*
4. *Живчикова, Р.И. Интродукция мыльнянки лекарственной Saponaria officinalis L. в Приморском крае / Р.И. Живчикова, А.И. Живчиков // Вестник ДВО РАН. – 2017. – № 3. – С. 15–21.*
5. *Иллюстрированный определитель растений Средней России: [в 3 т.] / И.А. Губанов [и др.]. – М.: Т-во науч. изд. КМК: Ин-т технолог. исслед., 2004. – Т. 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – 520 с.: ил.*
6. *Hosseinzadeh, H. Pharmacological Effects of Glycyrrhiza spp. and Its Bioactive Constituents: Update and Review / H. Hosseinzadeh, M. Nassiri-Asl // Phytotherapy Research. – 2015. – Vol. 29. – P. 1868–1886.*
7. *Рыбальченко, А.С. Исследование экстракции солодкового корня / А.С. Рыбальченко, В.П. Голицын, Л.Ф. Комарова // Химия растительного сырья. – 2002. – № 4. – С. 55–59.*
8. *Солодка голая (солодка гладкая, лакриил, лакричник) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cnshb.ru/AKDiL/0054/base/RS/000128.SHTM/. – Дата доступа: 11.05.2023.*
9. *Изучение и использование солодки в народном хозяйстве СССР: материалы IV симп., Алма-Ата, 2–5 мая 1991 г. – Алма-Ата: Гылым, 1991. – 192 с.*
10. *Изучение и подбор солеустойчивых сельскохозяйственных культур для возделывания на засолённых почвах. – Бишкек, 2018. – 19 с.*
11. *Исмаилов, И. Этот многоликий скифский корень [Электронный ресурс] / И. Исмаилов. – Режим доступа: https://orient.tm/ru/post/27080/etot-mnogolikij-skifskij-koren. – Дата доступа: 13.05.2023.*
12. *Аммосов, А.С. Солодка: применение в мировой практике (обзор по материалам охранных документов за период с 1901 по 2020 годы) [Электронный ресурс] / А.С. Аммосов, В.И. Литвиненко, Т.П. Попова. – Режим доступа: https://решение-верное.рф/licorice-application-in-world-practice-review-by-materials. – Дата доступа: 15.05.2023.*
13. *Королева, Ю.Е. Рецептурный состав органической и традиционной косметики / Ю.Е. Королева // Сибирский торгово-экономический журнал. – 2010. – № 10. – С. 80–82.*
14. *Икласова, А.Ш. Пектин: состав, технология получения, применение в пищевой и фармацевтической промышленности / А.Ш. Икласова, З.Б. Сакипова, Э.Н. Бекболатова // Вестник КазНМУ. – 2018. – № 3. – С. 243–246.*
15. *Худайкулова, О.А. Перспективы использования низкоэтерифицированных пектиновых веществ в составе косметических средств специального назначения [Электронный ресурс] / О.А. Худайкулова // Провизор. – 1999. – Вып. 15–16. – Режим доступа: https://www.provisor.com.ua/archive/1999/N1516/pektin.php?part_code=40&art_code=1721. – Дата доступа: 17.05.2023.*
16. *Юмагужина, А.Р. Общая характеристика натуральной косметики и её основных компонентов [Электронный ресурс] / А.Р. Юмагужина, Е.А. Дроздова, Е.С. Алешина // Международный студенческий научный вестник. – 2022. – № 1. – Режим доступа: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20870. – Дата доступа: 19.05.2023.*
17. *Георгиева-Андреева, М. Исследование антигрибного действия эфирных масел чайного дерева (Melaleuca alternifolia), шалфея (Salvia officinalis) и эвкалипта (Eucalyptus globulus) на гриб Alternaria spp., изолированный из стевии (Stevia rebaudiana) / М. Георгиева-Андреева, С. Енчев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – Вып. 3. – С. 132–137.*
18. *Самусенко, А.Л. Исследование антиоксидантной активности эфирных масел лимона, розового грейпфрута, кориандра, гвоздики и их смесей методом капиллярной газовой хроматографии / А.Л. Самусенко // Химия растительного сырья. – 2011. – № 3. – С. 107–112.*
19. *Химический анализ лекарственных растений: учеб. пособие для фармацевт. вузов / Е.Я. Ладыгина [и др.]; под ред. Н.И. Гринкевич, Л.Н. Сафронич. – М.: Высш. шк., 1983. – 176 с.*

УДК 159.96:316.6

Психическая адаптация человека в условиях замкнутой экосистемы: динамика и стадии

И.Т. Будрина
доктор социологии

Консалтинговая компания
«АМ Консалтанси»,
г. Бухарест, Румыния

Задачи обеспечения жизнедеятельности и сохранения работоспособности человека в искусственных физических средах чрезвычайно актуальны в связи с освоением космического пространства и созданием новой техники для этих целей. Изменения функционального состояния организма в таких условиях обитаемости вызывают риск совершения профессиональных ошибок, влекущих за собой аварийные ситуации, и могут стать почвой для нарушения здоровья специалистов, их дезадаптации. Изучение закономерностей приспособления человека к новым обстоятельствам является необходимым элементом системы прогнозирования функционального состояния в периоды как рабочей деятельности, так и отдыха, адекватной диагностики, профилактики и коррекции процесса адаптации.

Ключевые слова:
замкнутые экосистемы, психическая адаптация, психологические характеристики, стадии, стресс.

UDC 159.96:316.6

Human Mental Adaptation in an Enclosed Ecosystem Conditions: Dynamics and Stages

I. Budrina
Ph.D. in Sociology

AM Consultancy,
Bucharest, Romania

The issues of providing human life and maintaining their working capacity in artificial physical environments are highly relevant due to exploration of outer space and development of new technologies for these purposes. Change in the functional state of the organism in such habitable conditions increases the risk of making mistakes in professional activity causing emergencies, as well as it may harm the specialists' health and lead to their disadaptation. Learning of the human adjustment patterns to new circumstances is an essential element for prediction of their functional state during work and rest, adequate diagnostics, prevention activity and correction of the adaptation process.

Keywords:
enclosed ecosystems, mental adaptation, psychological characteristics, stages, stress.

Введение

В соответствии с теорией адаптации искусственные условия жизнедеятельности рассматриваются как совокупность факторов, отвечающих за функциональное состояние организма. Под их влиянием он перенаправляет свою активность в сторону оптимизации взаимодействия в системе «организм – среда». Психические состояния – одно из проявлений адаптационного процесса, и его изменения могут быть представлены как психологические реакции приспособления человека.

Актуальность данной темы определяется задачами психологического обеспечения профессиональной деятельности специалистов в замкнутой экосистеме и профилактики нарушений психической адаптации к новой среде. В качестве гипотезы выдвинуто предположение, что привыкание человека к жизни в таких условиях характеризуется закономерными инвариантными стадиями, а динамика адаптационного процесса зависит главным образом от психологической установки субъекта в отношении продолжительности стрессогенного воздействия.

Психическая адаптация

Г. Селье описал характерную динамику ответных реакций на стресс, основной задачей которых является защита организма. Реакции, вызывающие генерализованное, системное защитное действие, учёный назвал общим адаптационным синдромом (ОАС). И хотя осталось невыраженным различие между физиологическими и психологическими процессами, динамика реакций ОАС получила значительное распространение в психологической науке [1].

В наиболее широком значении под адаптацией понимается процесс приспособления к окружению посредством поведенческих или психических изменений, способствующих достижению оптимального уровня функционирования. В зависимости от области знания термин обладает специфическими значениями: в физиологии – регуляция телесного органа в соответствии с внешними условиями среды; в эволюционной биологии – приспособление видов к окружению, в котором они развиваются; в психологии – процесс, посредством которого индивид достигает наилучшего баланса между конфликтующими потребностями [2, 3].

В психологической литературе отсутствует единство в трактовке данного понятия. При всём многообразии классификационных моделей различают три формы адаптации человека к изменяющейся среде: биологическую, социальную и психологическую.

Ф.Б. Березин говорит о психофизиологической адаптации, или ситуации, когда наряду с поддержанием собственно психического гомеостаза обеспечивается оптимизация постоянного взаимодействия человека с окружением и установление адекватного соответствия между психическими и физиологическими характеристиками, и выделяет следующие уровни психической адаптации: психофизиологический, психологический и социально-психологический [4].

А.Г. Маклаков рассуждает о сложных механизмах физиологической, психической и социальной адаптации, подчёркивая, что человек есть «не просто живой организм, а прежде всего сложнейшая биосоциальная система» [5]. А.В. Морозов разделяет психическую и психофизиологическую адаптацию как отдельные виды. В структуре данного явления он описывает три функциональных уровня – психофизиологический, психологический, социальный, которые одновременно участвуют в процессах регулирования [6]. В.И. Медведев указывает на устойчивое взаимодействие физиологических и психологических функций человека [7, 8].

М.Е. Сандомирский называет следующие взаимосвязанные виды психической адаптации человека, рассматриваемые как компоненты: психофизиологическая адаптация, или свойство организма целесообразно перестраивать физиологические функции в соответствии с требованиями среды; собственно психологическая адаптация (и уточняет в примечании: или психическая), нарушения которой связаны с напряжённостью, психологическим стрессом; психосоциальная адаптация, или адаптация личности к общению с новым коллективом. По мнению учёного, психическая адаптация включает в себя психологическую: «Психическая адаптация рассматривается как комплексный феномен, который не сводится только к адаптации психологической (в англоязычной литературе термин «психологическая адаптация» – psychological adaptation – используется как синоним психической адаптации) и требует для своего изучения учёта как психологических, так и физиологических параметров» [9].

Традиционно отдельно (как самостоятельные виды) исследуется психическая и социальная адаптация. Возможен вариант, когда социальная трактуется как социально-психологическая. Чаще всего речь идёт именно о психической (а не психологической) адаптации, включающей социально-психологические показатели [10–12].

А.А. Налчаджян исследует только социально-психическую адаптацию человека [13]. А.А. Реан рассматривает социально-психологическую адаптацию как активное самоизменение личности в соответствии с требованиями ситуации [14].

В психологической литературе преимущественно анализируется личностная адаптация к среде и подчёркивается, что осуществляется она в процессе сознательной деятельности. Л.А. Китаев-Смык указывает на многообразие психической и социальной активности (и пассивности) людей при стрессе с учётом многих антропологических факторов, т. е. активности человека со всеми его свойствами, функциями, проявлениями, взаимоотношениями [15].

Психическая адаптация по А.В. Сухареву – это активная личностная функция, обеспечивающая согласование актуальных потребностей индивида с требованиями окружения и динамическими изменениями условий жизни [16].

Как считает Ю.А. Александровский, ведущее положение в иерархии звеньев психической адаптации принадлежит подсистемам, обеспечивающим поиск, восприятие и переработку информации; эмоциональное реагирование, создающее, в частности, личностное отношение к получаемой информации и являющееся наиболее интегрированной формой активности; социально-психологические контакты [10].

Добавим в этой связи, что при особых вариантах адаптации (в условиях длительного пребывания человека в замкнутой среде) именно в подобных подсистемах и следует ожидать изменений. Нарушение сбалансированности в системе «человек – среда» влечёт за собой напряжение адаптивных механизмов индивида, нарастание тревоги, ослабление эмоциональной устойчивости, трансформацию характеристик межличностных и микросоциальных отношений (т. е. отношений в малых группах).

Обобщая основные положения, приведённые выше, Е.К. Завьялова заключает, что адаптация – это личностный процесс, отвечающий за взаимодействие человека с природной и социальной средой [17]. Системообразующим фактором, регулирующим и организующим адаптацию, является цель, связанная с ведущей потребностью. На протекание процесса адаптации влияют психологические свойства человека, в том числе уровень его личностного развития, характеризующегося совершенством механизмов личностной регуляции поведения и деятельности.

О психической адаптации личности говорит А.А. Алдашева [18] и предлагает ещё одно важное понятие – «адаптивный порог». Это наименьшая возможная величина, минимальная граница накопления (проявления) свойств (качеств, ресурсов), необходимых для успешной адаптации субъекта. С одной стороны, адаптивный порог задаётся средой, с другой стороны, носителем этих качеств выступает субъект, которому и предстоит, вооружившись ими, ответить на вызов.

Таким образом, приходим к выводу, что, несмотря на отсутствие единства в трактовке определения в целом, все исследователи указывают на важность понимания сути и структуры процесса адаптации, в том числе её психологических аспектов.

Замкнутые экосистемы

Определение замкнутой экосистемы требуется для понимания как особенностей данной среды обитания, так и психической адаптации в ней.

Экосистема – это форма организации биологических сообществ [19]. Замкнутая экосистема не предполагает какого-либо обмена с внешней средой. Система называется строго замкнутой, или полностью замкнутой, если она работает изолированно от внешнего мира, за исключением энергообмена [20].

Такие системы нужны при неизбежном дальнейшем развитии промышленной цивилизации, когда станет невозможно рассчитывать на спасительные регулирующие силы природы и придётся прибегать к высокотехнологичным системам жизнеобеспечения, внутри которых формируется тот самый круговорот веществ, необходимый человеку для благополучного существования внутри замкнутого пространства на протяжении практически неограниченного срока. Здесь встаёт вопрос подбора и адаптации участников подобных экосистем, их готовности к профессиональной работе в таких условиях.

С этой точки зрения интересен опыт двух проектов – «БИОС-3» и «Биосфера-2». Данные эксперименты максимально близко отобразили идею полного самообеспечения. Первый был изолирован на 80 % и длился около 180 дней, второй был изолирован на 100 % и длился два года.

Система «БИОС-3» [21] создавалась в г. Красноярске, где в начале и середине 1970-х годов проводились многомесячные успешные испытания с людьми в условиях высокой автономности. В эксперименте участвовали четыре человека, команда подбиралась по уровню знаний, состоянию здоровья, мотивированности, учитывалась психологическая совместимость. Трое участников жили в системе «БИОС-3» до шести месяцев, хорошо себя чувствовали, их здоровье тщательно контролировалось, в том числе собственными измерениями, что являлось показателем психологического комфорта. Эта система имела сходство с земной биосферой, поскольку кислород, вода и пища восстанавливались в ней с помощью растений.

Эксперимент «Биосфера-2» [22], проведённый в штате Аризона в начале 1990-х годов, оказался провальным.

Для его осуществления на площади в несколько гектаров было построено герметичное сооружение, куда проникал только солнечный свет для обеспечения фотосинтеза. Под огромный стеклянный купол, где воссоздали разнообразные природные зоны, поместили 3000 представителей флоры, 4000 представителей фауны, а также восемь человек – четверо мужчин и четыре женщины. Однако из-за многочисленных просчётов и недоработок эксперимент оказался неудачным: критически снизилось содержание кислорода, размножились микроорганизмы, не удалось установить биологическое равновесие. Вследствие этого возникли конфликты между участниками, не была учтена их психологическая совместимость в прохождении процесса адаптации.

В ходе исследования команда разделилась на две группы, которые избегали друг друга. Люди не сплотились, не имели лидера, каждый занимался только своими обязанностями. Хотя медицинские показатели всех участников улучшились к концу эксперимента, чувствовали себя они неважно, и это был чисто психологический фактор. Миссию официально сочли неудавшейся из-за проблем с кислородом, расплодившихся вредителей и напряжённой обстановки в коллективе, который не обладал нужными характеристиками команды и не справился с задачей.

Оба эксперимента показали, что участники закрытой экосистемы должны отличаться определёнными социальными и психологическими качествами и навыками. Необходимо создание команды, её сплочённость с учётом процессов адаптации каждого члена.

Стадии и динамика психической адаптации

Е.К. Завьялова считает, что процесс адаптации человека в новых условиях существования имеет временную динамику, этапы которой связаны с определёнными психологическими изменениями, проявляющимися на уровне как состояния, так и личностных свойств [17].

Независимо от типа стрессового воздействия, Г. Селье сформулировал общие закономерности процесса приспособления к стрессовым событиям и предложил три этапа: тревога, сопротивление, истощение, в результате которых деятельность организма человека направлена на поддержание или сохранение баланса между требованиями среды и удовлетворяющими их ресурсами [1].

Современные теории адаптации предлагают 4–5 этапов, указывая на более подробные психологические характеристики, которые необходимо учитывать при создании коллектива закрытой экосистемы.

Процесс приспособления человека к замкнутой экосистеме можно сравнить с привыканием к новой для него культуре. Такая адаптация нашла отражение в исследованиях, посвящённых симптоматике культурного шока у временных переселенцев и мигрантов, стратегиям его преодоления, а также теориям этапов кросс-культурной адаптации.

Одна из самых известных моделей – это модель этапов культурного шока, которая разработана антропологом К. Обергом [23]. Он подробно проанализировал четыре стадии адаптации: медовый месяц, кризис, восстановление и адаптация (в отличие от трёх этапов Г. Селье).

Термин «культурный шок», введённый К. Обергом, означал вживание в новую культуру, новую среду и был обусловлен негативными чувствами (изменение социального и общественного положения), что приводило к неуверенности в себе, тревоге, раздражительности, бессоннице, психологическим расстройствам, депрессии.

Согласно данным Я. Кима при благоприятной интеграции в новую культуру личность проходит цикл «стресс – адаптация – личностный рост». Здесь тенденция следует от энтузиазма и приподнятого настроения к депрессии и замешательству, а далее к чувству уверенности и удовлетворения [24].

Описывая стадии психической адаптации, А.Н. Алёхин, Е.А. Дубинина и К.И. Пульцина предлагают опираться на концепт переживания [25].

С.Л. Рубинштейн определяет переживание как уникальное событие в индивидуальной истории развития личности; рассматривает его как динамическую единицу сознания, представленную в единстве аффективного и интеллектуального [26]. Ф.Е. Василюк анализирует переживание с позиции деятельностного подхода – как процесс преодоления страдания, преобразующий психологическую ситуацию, и особую форму деятельности субъекта по восстановлению психологического равновесия [27].

Концепт переживания весьма перспективен для обозначения психологического аспекта адаптации, а именно процесса, отражающего психический (когнитивно-аффективно-поведенческий) паттерн реагирования личности при освоении нового (стрессогенного) опыта, в нашем случае в замкнутой экосистеме. Этот процесс инициируется рассогласованием существующего опыта и поведения и актуальной ситуации. Он включает в себя психологические механизмы ассимиляции и аккомодации, направленность и динамику которых задают потребности личности в закрытой экосистеме, где основными стрессорами выступают физические факторы искусственной среды обитания, гиподинамия, монотонность, относительная сенсорная и социальная изоляция, моделируемые профессиональная деятельность и межличностные отношения в группе.

А.Н. Алёхин [28] и другие учёные указывают на тот факт, что, независимо от длительности пребывания и внешних факторов, феноменологически чётко всегда выделяются четыре качественно различимые стадии и два переходных процесса адаптации. Стабильность состояния снижается в начале испытания, потом возрастает до некоторой степени, снова снижается, затем возрастает и удерживается на допустимом уровне, но вновь резко падает в преддверии окончания пребывания. Авторы приводят следующие характеристики этих стадий.

1. Первая фаза – начало (инициализация) переживания – столкновение сформировавшихся установок, представлений, способов реагирования с новыми условиями жизнедеятельности. На этом этапе нарушаются привычные психологические установки и отношения личности, что сопровождается неспецифическим напряжением и отражается на протекании практически всех психических процессов.

Происходит интенсификация системы отношений с самим собой, со своим «я». Для этого периода свойственно также эмоционально тягостное переживание чувства несвободы, давления окружающей среды с парадоксальным ощущением времени: с одной стороны, оно тянется медленно, а с другой – надвигается на субъект тягостной и тревожащей неопределённостью будущего. Всё вышеупомянутое сказывается на показателе стабильности, который отражает общую психическую дестабилизацию.

2. Вторая фаза характеризуется усилением разграничения или диссоциации внешней и внутренней деятельности, попытками реализации новых способов поведения и реагирования. Акцент с себя смещается на межличностные отношения, отмечается напряжённость тенденций как к ассимиляции, так и к аккомодации. Здесь наблюдаются повышенная межличностная конфликтность, неустойчивость рисунка поведения, определённая рассогласованность реакций, мыслей и чувств, что связано с неравномерностью усвоения приобретаемого опыта. Имеет место обострение существующих или возникновение новых межличностных конфликтов. При этом значительно снижаются показатели адаптированности и продуктивности деятельности.

Осознание своего психологического одиночества на данном этапе свидетельствует о кризисе как собственно межличностных отношений, так и его концепций, что фактически заставляет личность переходить из мира субъективных идей и представлений в мир актуальной реальности.

3. Третья фаза характеризуется актуализацией отношений с предметной и конкретно-событийной действительностью (с закрытой экосистемой), что обеспечивает возможность бесконфликтной разрядки эмоционального напряжения, увлечённость собственно деятельностью, а не социальными оценками и, как следствие, повышение работоспособности и рост информационно-поисковой активности. На данном этапе отмечается трансформация отношений личности в соответствии с требованиями среды (закрытой экосистемы), достигается стабилизация состояния.

4. Заключительная четвёртая фаза предполагает новое перемещение активности в сферу отношений к себе. Суть этапа заключается в противоречии или диссоциации между уже сложившимися формами поведения и отношениями, с одной стороны, и ожиданиями, образом ближайшего будущего – с другой.

Данную стадию отличает наличие в опыте моделей адекватного поведения, общения. Самооценка ближе к объективной. В эмоциональной сфере возникает некоторая возбуждённость. Характерно и состояние утомления, которое переживается на этом этапе как дефицит отношений, т. е. отсутствует субстрат для информационно-поисковой активности, поэтому, как и в первых периодах, деятельность переключается на внутренний мир и связана с психологическим конструированием будущего, что вновь уводит личность от объективно-реального мира в субъективный мир идей и, соответственно, к очередному снижению показателей общей адаптированности.

Следует отметить, что описанные этапы переживания наблюдаются при любых непривычных (изменённых) условиях жизнедеятельности человека, при которых нарушается соответствие между его психическими характеристиками и требованиями среды.

Интересен и полезен с научной точки зрения опыт В.И. Лебедева в области экстремальной психологии. На основе собственной практики и анализа литературных источников учёный предлагает следующую периодизацию психической адаптации и дезадаптации в изменённых условиях существования [29].

1. Подготовительный этап. Носит познавательный характер. Накапливается определённый запас сведений о среде обитания и условиях деятельности, при этом формируется информационное поле, которое будет одним из источников действия адаптационного механизма.

2. Этап стартового психического напряжения. Можно считать пусковым моментом. Содержательная и функционально-смысловая стороны данного периода состоят

в нарастании эмоциональных переживаний, формирующих ощущение напряжённости и являющихся, по сути, психофизиологическими детерминантами активизации любого живого организма. Происходит внутренняя мобилизация психических ресурсов человека для последующего их использования в целях организации нового уровня психической деятельности в изменённых условиях существования.

3. Этап острых психических реакций входа, или первичная дезадаптация. Считается стадией адаптационного процесса, на которой личность начинает испытывать на себе влияние психогенных факторов изменённых условий существования. Основными из таких факторов являются изменённая афферентация (резкая смена набора раздражителей, действовавших на органы чувств и психику человека ранее) и монотонность (отсутствие каких-либо привычных раздражителей или же достаточно длительное их однообразие).

Относительная групповая изоляция – вынужденное выключение личности из большого количества привычных и необходимых в силу её потребностей коммуникативных объединений и ограничение круга её общения группой в рамках новой среды; предполагает информационную истощаемость членов данной группы по отношению друг к другу, что также вызывает эмоциональную напряжённость.

Первичная дезадаптация определяет два возможных пути развития адаптационного процесса: этап психической переадаптации, или перехода в состояние устойчивой адаптации к условиям, и этап неустойчивой психической деятельности, который в свою очередь может привести к глубоким психическим изменениям.

4. Этап завершающего психического напряжения. Наступает при развитии адаптационного процесса в благоприятном направлении. Отличительное содержание этого периода – своеобразная подготовка психики человека к возвращению в некоторой степени старых режимов функционирования и реакций, а также к заново моделируемым сознанием личности условиям.

Особое внимание обращает на себя большая вовлечённость индивида в переживания в связи с предстоящим и долгожданным возвращением к привычной жизни. Появляется интерес к делам, которые могут носить выраженный характер и занимать всё свободное время. Это объясняется тем, что вновь возникшее напряжение, активизировав психику, таким образом компенсирует вызванный ею избыток психической энергии.

5. Этап острых психических реакций выхода. По своему функциональному значению в какой-то степени аналогичен периоду реакций входа, так как любые изменения условий жизни, деятельности, окружающей среды предполагают перестройку комплекса психических реакций и всех психических процессов.

Подразумевается выход из положения, в котором длительное время находился человек в период своей жизни. Однако следует отметить, что те обстоятельства, которые его ждут, не всегда идентичны тем, в которых он пребывал до изменения. Во многом это связано и с переменами в структуре личности, которые произошли на данном этапе. Стадия характеризуется поведенческими реакциями, в которых проявляются эйфория, чувство преодоления многих социальных ограничений, якобы полной свободы и неограниченных возможностей в удовлетворении потребностей. Часто эти ощущения могут быть обманчивыми и приводить к нежелательным последствиям, когда отрицаются многие нормы.

6. Реадаптация. Отмечается формированием иных паттернов поведения, необходимых для новой среды жизнедеятельности.

Итак, мы видим, что, несмотря на различия в деталях описания этапов психической адаптации, сам процесс признаётся всеми исследователями. При успешном его протекании наступает чувство психологического благополучия и душевного комфорта. Степень выраженности фаз и продолжительность адаптации определяются характеристиками личности. При этом нужно учитывать следующие свойства:

• индивидуальные различия – демографические и личностные: по данным ряда исследователей, быстрее и легче адаптируются высокоинтеллектуальные и высокообразованные люди; женщины испытывают в такой период больше проблем, чем мужчины;

• готовность к переменам: чаще всего те, кто имеют опыт миграции, хорошо воспринимают изменения среды, так как обладают мотивацией к адаптации (добиваются поставленной цели) и готовятся к восприятию новой культуры заранее;

• индивидуальный опыт проживания стрессовых и экстремальных ситуаций.

Для отбора членов команды закрытых экосистем требуется создание батареи тестов, позволяющих осуществить дифференциацию в соответствии с необходимым набором качеств и навыков, а также проведение подготовки, тренингов для предварительной информационной подготовки участников. На всех этапах адаптации важно психологическое сопровождение группы с целью минимизации влияния последствий на психическое состояние её членов.

Ориентиром для разработки подобной программы могут служить следующие критерии: способность человека находить место в социально-профессиональной структуре, развиваться в соответствии со своим потенциалом жизнедеятельности, общий уровень здоровья, субъективное чувство самоуважения, эмоциональная грамотность в виде анализа собственных переживаний в качестве психологического аспекта адаптации и регуляции, что позволит, с одной стороны, выделить универсальное в поведении в условиях стресса, а с другой – уникальное, связанное с опытом, системой отношений, индивидуальными смыслами конкретной личности.

Наиболее устойчивыми к стрессу оказываются люди, воспринимающие мир осмысленным и управляемым. Им присуще чувство связанности [30], когерентности, когда возникающие угрозы воспринимаются как вызовы, которые несут за собой новые возможности, а также способность здраво оценивать собственные ресурсы, необходимые для решения очередных задач. Именно такое отношение и обеспечивает психическое здоровье.

Если говорить про замкнутое пространство с ограниченным кругом общения, как в случае с закрытыми экосистемами, то создание дружественной атмосферы и подбор участников с соответствующими для этого чертами характера являются одними из факторов, определяющих успех всего проекта, а в дальнейшем и всей миссии освоения космоса.

Заключение

На основании вышеприведённых исследований можно сделать вывод, что динамика психической адаптации к условиям искусственной экосистемы, т. е. к непривычной среде жизнедеятельности, заключается в закономерной смене стадий стабилизации и дестабилизации.

Дестабилизация проявляется возрастанием тревоги и активации, вызванной необходимостью трансформации паттернов поведения для достижения адаптированности к новому образу жизни, оптимизации функционирования в изменённых обстоятельствах. Стабилизация характеризуется возвращением психических и психофизиологических параметров на уровень динамического гомеостаза и формированием паттернов поведения, адекватных закрытой среде обитания. Достижение этой стадии реализуется либо через возвращение к фоновым психическим и психофизиологическим показателям, либо путём формирования нового функционального состояния.

Динамика психической адаптации к условиям искусственной экосистемы не зависит от длительности нахождения субъекта в ней, но определяется его психологической установкой на ожидаемую продолжительность пребывания. Участники замкнутых экосистем должны подбираться индивидуально, посредством прохождения специализированных тестов и тренингов с учётом личностных характеристик: эмоционального интеллекта, мотивированности, психологической совместимости.

Список основных источников

1. *Селье, Г. Очерки об адаптационном синдроме / Г. Селье; пер. с англ. В.И. Кандрора, А.А. Рогова; ред. и вступ. М.Г. Дурмишьяна. – М.: Медгиз, 1960. – 254 с.*
2. *Янчук, В.А. Четырёхмерный континуум понимания феноменологии биопсихосоциальной адаптации: социокультурно-интердетерминистская диалогическая перспектива / В.А. Янчук // Психосоциальная адаптация в трансформирующемся обществе: социализация субъекта на разных этапах онтогенеза: материалы IV междунар. науч. конф., Минск, 21–22 мая 2015 г. / отв. ред. И.А. Фурманов [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2015. – С. 530–536.*
3. *Янчук, В.А. Методолого-психологические основания проблемы адаптации: от описания к пониманию / В.А. Янчук // Психосоциальная адаптация в трансформирующемся обществе: проблемы и перспективы: материалы II междунар. науч. конф., Минск, 26 окт. 2007 г. / отв. ред. И.А. Фурманов [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2007.*
4. *Березин, Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека / Ф.Б. Березин. – Л.: Наука, 1988. – 270 с.*
5. *Маклаков, А.Г. Личностный адаптационный потенциал: его мобилизация и прогнозирование в экстремальных условиях / А.Г. Маклаков // Психологический журнал. – 2001. – Т 22, № 1. – С. 16–24.*
6. *Морозов, А.В. Проблемы социально-психологической адаптации [Электронный ресурс] / А.В. Морозов. – Режим доступа: https://referat.co/ref/157082/read?p=1. – Дата доступа: 29.06.2023.*
7. *Медведев, В.И. О проблеме адаптации / В.И. Медведев // Компоненты адаптационного процесса / под ред. В.И. Медведева. – Л.: Наука, 1984. – С. 3–16.*

8. *Медведев, В.И. Устойчивость физиологических и психологических функций человека при действии экстремальных факторов / В.И. Медведев. – Л.: Наука, 1982. – 104 с.*
9. *Сандомирский, М.Е. Состояние психической адаптации в условиях хронического психоэмоционального стресса в связи с личностно-типологическими характеристиками: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.18 / М.Е. Сандомирский; Рос. гос. мед. ун-т. – Оренбург, 2001. – 28 с.*
10. *Александровский, Ю.А. Состояния психической дезадаптации и их компенсация / Ю.А. Александровский. – М.: Наука, 1976. – 272 с.*
11. *Алёхин, А.Н. Адаптация как концепт в медико-психологическом исследовании / А.Н. Алёхин // Юбилейный сборник научных трудов (к 10-летию кафедры клинической психологии РГПУ им. А.И. Герцена). – СПб.: Стратегия будущего, 2010. – С. 27–32.*
12. *Вассерман, Л.И. Совладание со стрессом: теория и психодиагностика: учеб.-метод. пособие / Л.И. Вассерман, В.А. Абабков, Е.А. Трифонова. – СПб.: Речь, 2010. – 192 с.*
13. *Налчаджян, А.А. Социально-психическая адаптация личности (формы, механизмы и стратегии) / А.А. Налчаджян. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1988. – 263 с.*
14. *Реан, А.А. Психология адаптации личности. Анализ. Теория. Практика / А.А. Реан, А.Р. Кудашев, А.А. Баранов. – СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2006. – 479, [1] с.*
15. *Китаев-Смык, Л.А. Психология стресса. Психологическая антропология стресса / Л.А. Китаев-Смык. – М.: Акад. проект, 2009. – 943 с.*
16. *Сухарев, А.В. Психологический этнофункциональный подход к психической адаптации человека: дис. ... д-ра психол. наук: 19.00.01 / А.В. Сухарев. – М., 1998. – 352 л.*
17. *Завьялова, Е.К. Психологические механизмы социальной адаптации человека / Е.К. Завьялова // Вестник Балтийской педагогической академии. – 2001. – Вып. 40, № 4. – С. 55–60.*
18. *Алдашева, А.А. Особенности личностной адаптации в малых изолированных коллективах: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.01 / А.А. Алдашева; ИЭМ АМН СССР [и др.]. – Л., 1984. – 19 с.*
19. *Переслегин, С.Б. О механике цивилизаций / С.Б. Переслегин, А.М. Столяров, Н.Ю. Ютанов // Наука и технология в России. – 2002. – № 1 (52). – С. 23–28.*
20. *Хлебопрос, Р.Г. Замкнутые экологические системы и земная биосфера [Электронный ресурс] / Р.Г. Хлебопрос, В.А. Охонин, А.И. Фет. – Режим доступа: https://www.modernproblems.org.ru/sience/141-catast2.html?start=3#content. – Дата доступа: 15.06.2023.*
21. *Научно-исследовательский комплекс «Замкнутые экосистемы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ibp.ru/ecosystem/info01.php. – Дата доступа: 30.06.2023.*
22. *Biosphere 2 [Electronic resource]. – Mode of access: https://ecotechnics.edu/projects/biosphere-2/. – Date of access: 29.06.2023.*
23. *Oberg, K. Cultural Shock: Adjustment to New Cultural Environments // Practical Anthropology. – 1960. – No. 7. – P. 177–182.*
24. *Kim, Y.Y. Adapting to a New Culture: An Integrative Communication Theory / Y.Y. Kim // Theorizing About Intercultural Communication / ed. W.B. Gudykunst. – California: Sage Publications, 2005. – P. 375–400.*
25. *Алёхин, А.Н. Переживание как психологический аспект адаптации человека в непривычных условиях жизнедеятельности [Электронный ресурс] / А.Н. Алёхин, Е.А. Дубинина, К.И. Пульцина // Медицинская психология в России. – 2014. – № 5 (28). – Режим доступа: http://mprj.ru./archiv_global/2014_5_28/nomer/nomer03.php. – Дата доступа: 12.06.2023.*
26. *Рубинштейн, С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2002. – 720 с.*
27. *Василюк, Ф.Е. Психология переживания. Анализ преодоления критических ситуаций / Ф.Е. Василюк. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 200 с.*
28. *Алёхин, А.Н. Этапы психической адаптации человека к экстремальным условиям профессиональной деятельности / А.Н. Алёхин // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2009. – № 3. – С. 76–81.*
29. *Лебедев, В.И. Этапы психической адаптации в изменённых условиях существования / В.И. Лебедев // Вопросы психологии. – 1980. – № 4. – С. 50–60.*
30. *Осин, Е.Н. Чувство связанности как показатель психологического здоровья и его диагностика / Е.Н. Осин // Психологическая диагностика. – 2007. – № 3. – С. 22–40.*

УДК 711.416-122+316.023:316.34

Структура социального пространства жилой среды нового типа: предпосылки, развитие, стратификация

А.Э. Юницкий[1, 2]
доктор философии транспорта

М.М. Давыдик[2]

[1] ООО «Астроинженерные технологии», г. Минск, Беларусь

[2] ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Беларусь

Рассмотрены вопросы организации оптимальной социальной структуры поселения нового типа – жилого кластера в линейных городах uCity. Определены исторические предпосылки возникновения и развития утопических идей идеального общества. Исследованы попытки гармонизации социальных отношений, предпринимавшиеся на протяжении XIX–XX вв. Раскрыт тезис о неразрывности связи строения общества с его воздействием на биосферу Земли. Описаны условия создания жизнеспособных социальных структур и их пространственного воплощения. Названы особенности общественной стратификации жилой среды нового типа. Предложена оптимальная социальная структура uSocio.

Ключевые слова:
жилая среда нового типа, жилой кластер, качество жизни социума, линейный тип расселения, социальная стратификация, социальное пространство, Струнные технологии Юницкого (ЮСТ), uCity, uSocio.

UDC 711.416-122+316.023:316.34

Structure of the Social Space of a New Type of Living Environment: Prerequisites, Development, Stratification

A. Unitsky[1, 2]
Ph.D. in Information Technologies (Transport)

M. Davydik[2]

[1] Astroengineering Technologies LLC, Minsk, Belarus

[2] Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Belarus

The issues of organizing the optimal social structure of a new type of settlement – a residential cluster in the linear cities (uCities) – are considered. The historical prerequisites for the emergence and development of utopian ideas of an ideal society are determined. The attempts to harmonize social relations that were undertaken throughout the 19th and 20th centuries are studied. The thesis about the inextricable connection between the structure of society and its impact on the Earth's biosphere is revealed. The conditions for creating viable social structures and their spatial implementation are described. The features of social stratification of a new type of living environment are named. The optimal social structure – uSocio – is proposed.

Keywords:
linear type of settlement, new type of residential environment, residential cluster, social space, social stratification, society's quality of life, uCity, Unitsky String Technologies (uST), uSocio.

Введение

Технологический прогресс современного общества, наблюдаемый нами в настоящий период, сам по себе не считается гарантом улучшения качества жизни людей. Социальный мир, представляющий собой многомерное пространство, – сложная система, которая требует дифференцированного подхода к каждой её части. Неординарность решаемой в исследовании задачи заключается в определении гармоничного сочетания социального компонента и конгломерата планировочных элементов поселений нового типа. Расчленение общественной среды на структурные части (конструктивная социальная стратификация), занимающие позицию в конкретной точке пространства, позволяет находить и оценивать статус социальных агентов.

Социальная стратификация – это явление, которое традиционно понимается как разделение людей на различные слои, группы, классы, этносы и тому подобные элементы на основании доходов, образования, статуса, обладания властью, исповедания религии, стиля жизни или иных признаков. Она, несомненно, присутствует в любом обществе в той или иной степени в зависимости от объективной ситуации, а также от её субъективного видения и оценки различными участниками социальных процессов. Цель настоящего исследования состоит в определении возможных структур конструктивной социальной стратификации (uSocio) в качестве организующего принципа общественной среды линейных городов uCity.

Поселения нового типа основаны на концепции автономного существования и предполагают не только самообеспечение всеми видами продовольственных и энергетических ресурсов, но и соответствующую функциональную, социальную, политическую и культурную организацию пространства [1, 2]. Управление жизненными циклами кластеров uCity должно опираться на интересы населяющих их индивидов и групп, а также учитывать динамику постоянно меняющихся позиций социальной стратификации. При том что архитектурно-планировочные решения здесь предоставляют широкие возможности структурирования жилого пространства для самореализации людей, они также могут быть восприимчивыми к требованиям социума, составляющего общественную среду.

Поскольку к изучению динамики позиций на традиционных шкалах социальной стратификации существуют различные подходы, ограничим себя, сосредоточив внимание на двух переменных:

- картина мира, которая обладает для индивидов (или групп) определяющей субъективной значимостью;
- стиль жизни, который складывается из культурно-символических характеристик, позволяющих людям идентифицировать себя в определённой социальной группе [3].

Именно человек с его представлениями о гармоничной и счастливой жизни является целью и средством любой социально направленной инициативы.

Идеальное общество как картина мира желанного будущего

Желание наладить жизнь наилучшим (идеальным) образом в не столь отдалённом будущем по сравнению с неидеальным (но реальным) настоящим занимало умы мыслителей на протяжении всей истории человеческой цивилизации. Люди в отличие от животных наделены уникальным инструментом – воображением. Прежде чем что-либо создать, они генерируют образ будущего творения (создают картину) в своём сознании. Значимые социальные сдвиги происходят в результате воплощения картины мира какой-то части социума в осязаемые последствия. От Античности с учениями Платона до времён индустриальной революции, породившей утопические идеи организации общества, люди искали и, как им казалось, находили нужные формы социальной структуры. Воображаемая картина мира, становясь реальной действительностью, изменяла окружающее их пространство естественной природной среды. Опыт стратификации социума в недалёком прошлом, проявивший определённые общественные характеристики, интересен для исследования и понимания актуальности рассматриваемой проблемы.

Эпоха модерна в Европе XVII–XIX вв., породившая индустриальное общество, предложила соответствующую ему социальную структуру. Французский философ М. Фуко определил её термином «дисциплинарное общество». В его книге «Надзирать и наказывать. Рождение тюрьмы» говорится о двух регистрах, в которых создавалась «великая книга о Человеке-машине»: «анатомо-метафизическом – первые страницы были написаны Декартом, последующие – медиками и философами; и технико-политическом, образованном совокупностью военных, школьных и больничных уставов» [4]. Дисциплинарное общество сменило собой властные общества, которые были ориентированы на сбор налогов (вместо организации производства) и властвование над смертью (вместо администрирования жизни).

Дисциплинарное общество, достигшее своего расцвета к началу XX в., характерно и временем великих идей, глобальных проектов, оказавшихся провальными. Ни анархизм, ни фашизм, ни коммунизм, предлагавшие подчинить утопическим формам эффективного управления зарождающуюся реальность стихийной социальной природы и пространство свободных идей, не смогли достичь в этом деле какого-либо устойчивого результата [5], возможного только через изменение цивилизационных подходов.

Одна из попыток реализации такого метода в структурировании общества – проект жилой среды, который предложила группа НЭР, созданная на рубеже 1960-х годов [6]. Её название является аббревиатурой понятия «новый элемент расселения», под которым подразумевается своеобразная матрица. Подробное её описание опубликовано в 1966 г. в книге «Новый элемент расселения. На пути к новому городу» [7]. Основная идея указанного проекта заложена в структурировании жилых пространств в рамках линейных систем. Численность населения НЭРа (матрицы расселения), выступающего в качестве жилого кластера, нанизанного на линейную структуру транспортного русла, рассчитывалась авторами концепции исходя из необходимости создания оптимального по количеству элементов жилого образования, в котором гармоничные социальные отношения генерируются в зоне общественного притяжения, где имеются возможности общения в группах по интересам в так называемом развитом центре культурной самодеятельности. По расчётам нэровцев, именно 100-тысячное население кластера, включая 60 000 взрослых, является «минимальной социальной базой для полнокровной жизни клуба по интересам» [7]. Это была попытка в парадигме модерна предложить систему расселения в общегосударственном и, даже шире, планетарном масштабе для постиндустриального общества НЕ-потребления. Участники проекта НЭР, жившие в советской стране, ставили своей задачей найти структуру расселения, которая позволит создать «мир, принадлежащий всем и каждому, мир, исполненный логики и уважения к человеку» [6]. Интересная, но во многом спорная попытка универсального решения социальных проблем осталась невостребованной.

Эпоха модерна, отходящая на задний план, сегодня уступает место постиндустриальному обществу, или постмодерну. Философы Ж. Делёз и М. Фуко называют грядущую структуру «обществом контроля» [8, 9], где свобода передвижений и принятия решений компенсирована постоянным надзором за социумом через различные системы наблюдения и идентификации. Сверх того, вмешательство в природу человека путём экстраординарных фармацевтических продуктов, молекулярной инженерии, генетических манипуляций дополняет механизмы контроля.

В отличие от дисциплинарного общества, где интернирование индивида в пространства заключения, сквозь которые он проходит, основано на различных по сути моделях, всякий раз предполагающих, что мы начинаем движение как бы с нуля, общество контроля базируется на вариациях единой структуры, что создаёт переменную геометрию, язык которой является сущностно цифровым. Оно генерирует модуляции единой субстанции, подобные расплавленному веществу, которое непрерывно переливается из одной формы в другую.

Японскую модель коллективного капитализма можно рассмотреть в качестве иллюстрации данного тезиса. Капитал в такой модели беспрепятственно сконцентрирован в руках некоторого количества корпораций, тесно сотрудничающих с государственным аппаратом. Корпорация в этой роли выступает не просто работодателем, а основанием жизни. Человек становится тотально подвластным своему предприятию как части общественной системы. Оно гарантирует ему все материальные блага, а со стороны работника требуется полное подчинение контролю корпорации своего сознания и личного пространства, вплоть до выбора полового партнёра.

Подобные практики внедряются также в транснациональных компаниях. Особенно ярко это проявляется в навязывании так называемого корпоративного духа, жёсткой иерархии и условий карьерного роста [8]. Корпорация предлагает личное соперничество в качестве самой здоровой формы мотивации, противопоставляя одного индивида другому. Она управляет людьми за счёт этой обособленности, доводя её до разделения каждого человека внутри него самого.

Принцип модуляции, утверждающий, что зарплата зависит от заслуг, затронул и национальное образование. По мере того как корпорация заменяет собой завод, постоянное обучение заменяет собой школу, а непрерывный контроль замещает разовые экзамены [9]. Современный технический прогресс, предоставляющий кажущуюся свободу выбора, на самом деле несёт в себе опасность тотального её подавления и манипулирования сознанием индивида и даже социума во всей его совокупности.

Кроме социальных ограничений, в построении идеального общества действуют и более значимые – физические. Планета Земля является конечным физическим телом. Количество вещества на ней также конечно. Все вещества биосферы за время существования планеты должны были бы полностью использоваться живыми организмами, полностью связаться в отмерших органических телах, полностью превратиться в косную материю. Но этого не происходит потому, что животный и растительный мир

разделены на трофические уровни продуцентов, консументов и редуцентов [10, 11]. Единственный способ придать чему-то конечному свойства бесконечного – это вовлечь его в круговорот. На самом деле, все вещества на поверхности и даже в глубине нашей планеты находятся в процессе биогеохимических циклов [12, 13].

При всей своей технической оснащённости нынешняя цивилизация, как и любая грядущая, не решит проблему организации идеальных общественных и социальных отношений, если не осознает простой принцип: то, что установлено природой, должно не изменяться, а учитываться при любых инновациях. Иной выбор приближает нас к так называемой точке невозврата, когда будет не только сложно, а, скорее всего, невозможно остановить видимые уже сегодня разрушительные процессы планетарного масштаба [1]. Здесь уместно вспомнить высказывание американского эколога Т. Миллера: «В соответствии с первым законом термодинамики мы не можем получить что-либо из ничего; а в соответствии со вторым законом термодинамики фактически каждое предпринимаемое нами действие оказывает некоторое нежелательное воздействие на окружающую среду. Вследствие этого нет ни малейшей возможности для технологического решения проблемы загрязнения и деградации окружающей среды, хотя использование соответствующих форм технологии может внести вклад в решение данной проблемы» [14]. В таком ключе мы и продолжим наше исследование.

Структура социума и его воздействие на биосферу Земли

Глобальный экологический кризис, ставший реальностью во второй половине XX в., свидетельствует о системном противоречии между живой биологической средой (биосферой) и искусственно созданной технической средой (техносферой). По своей сути они антагонисты. Их противостояние зафиксировано как в очевидных экологических проблемах, так и в не столь явных свойствах, относящихся к стабильности природных и искусственных систем. Естественная система (биосфера) представляет собой колоссальной сложности и стабильности конструкцию с огромным числом связей между её элементами. В искусственно созданной техносфере с нарастанием сложности увеличивается риск разбалансировки и выхода из строя техногенных систем с неминуемыми катастрофическими последствиями [13].

Расселение человека по всей Земле на протяжении истории его существования происходило в рамках постоянно трансформирующихся социальных структур цивилизационных сообществ. Строительство поселений, дорог, ирригационных сооружений, плотин и дамб, расчистка полей от дикой растительности ради культивирования сельскохозяйственных растений, разведение домашних животных, индустриальное освоение природных ресурсов и прочие вмешательства значительно изменяли естественные ландшафты планеты и подавляли многочисленные формы жизни на них.

Известный историк, географ и этнолог Л.Н. Гумилёв выразил проблему влияния социума на живую природную среду следующим образом: «Итак, антропосфера занимает промежуточное положение между мёртвой техносферой и живой природой» [15]. Советский и российский физикогеограф Ю.К. Ефремов в оценке ноосферы, которую он называл социосферой, выразил сомнение в разумности сферы разума и определил её в качестве губительной для биосферы, поскольку развитие социосферы ведёт к замене живых процессов, которые обогатили нашу планету запасами конденсированной энергии, подарили нам кислородную атмосферу и озоновый слой, спасающий от убийственных космических излучений, на мёртвые инертные структуры, разрушающиеся относительно медленно. Перспектива видеть на месте лесов и степей груды отходов и бетонированные площадки не может вдохновить социум к продуктивной и безопасной жизни [16].

Авторы настоящего исследования утверждены во мнении, что выход из глобального экологического, политического и социального кризиса существует. Обладающий не только умом, но и разумом человек способен структурировать социум и его жизненные процессы на высоком духовном уровне. В работе А.Э. Юницкого «Цивилизационная ёмкость космического дома по имени Планета Земля» указано, что основные причины глобальных проблем современности кроются в деятельности человека на площадке принятия рациональных решений с точки зрения обеспечения пропитания, продолжения рода, других телесных потребностей (в парадигме ума), в то время как действовать необходимо в совершенствовании своих отношений с другими людьми, окружающей природой и со всем мирозданием в целом (в парадигме разума) [1].

Стиль жизни и условия гармоничного структурирования социума

Дадим обоснование роли стиля жизни, складывающегося из культурно-символических характеристик, чтобы увидеть в нём предпосылки конструктивной стратификации общества и самоидентификации каждой личности в определённой социальной группе.

Стиль жизни отдельно взятого человека влияет на его благополучие и благополучие ближайшего круга его родственников и друзей; стиль жизни отдельного социума обуславливает не только благополучие ближайших к нему стран и народов, но и состояние окружающей среды как в местном, так и в глобальном масштабе. Отношения между индивидами, социальными группами и сообществами, в свою очередь, будут складываться гармонично или подвергаться разрушительным влияниям в зависимости от того, насколько люди способны участвовать в жизни сообществ и насколько те будут содействовать росту их благосостояния и индивидуальных возможностей. Такие перспективы определяются концепцией социального качества (social quality), которая исследует отношения и процессы внутри социума и основана на определении (измерении) качества повседневной жизни с точки зрения социального содержания. Данная концепция фиксирует контуры пространства, где индивиды могут принимать участие в экономической, социальной и прочих сферах функционирования общества в условиях, которые способствуют повышению уровня их благосостояния и наиболее полному раскрытию потенциала каждой личности [17].

В рамках модели социального качества выделяют четыре направления исследований и, соответственно, четыре сферы, относительно которых социальное качество рассматривается как экономическая безопасность, социальная сплочённость, социальная включённость, полномочия и возможности граждан [17]. Социальные движения прошедших времён, генерируемые ими социальные сдвиги и конфликты во многом основаны именно на изменении этих составляющих общественной жизни. Нынешний век характеризуется значительными перемещениями масс эмигрантов из стран с низким социальным качеством в государства, где уровень жизни намного превышает тот, в котором они родились и выросли. Люди, ориентированные на переезд, ощущают потребность не только в улучшении экономических условий, но и в частичном изменении модели развития общества. Такая обновлённая модель открывает перспективы для полноценной интеграции граждан в социальную систему и их участия в процессах разработки новых повесток развития общества. При её формировании оправдано использование методологических концепций, созданных современной наукой и позволяющих изучать социальную динамику и изменения качественных показателей жизни. Без учёта этого можно сколько угодно составлять планы инноваций или модернизаций, но если социальная государственная политика игнорирует представления людей о должном функционировании существующего общества, то никакого прорыва не произойдёт, а молодёжь в странах с низким показателем social quality и дальше будет испытывать негативные настроения и ориентироваться на отъезд за границу, имея в приоритете смену места жительства при выборе жизненной стратегии [18].

Современное общество является результатом интеграции и взаимодействия принципиально разноуровневых порядков: социального (уровень индивидов и межличностных взаимоотношений) и системного (уровень социальных институтов) [19]. Авторы концепции жилой среды uCity предлагают осмысленно вводить в практику проектирования и строительства кластерный метод организации селитебных территорий. Линейный тип расселения на основе высокоскоростных транспортно-инфраструктурных решений Струнных технологий Юницкого (ЮСТ) позволит сформировать жилую, культурную, образовательную, производственную и иную общественную среду с учётом социальной стратификации в её конструктивном понимании – социальную среду uSocio. Кластерный подход к освоению новых и реорганизации сложившихся территорий открывает широкие возможности для построения поселений, которые ограничены по численности и скомпонованы соответственно интересам различных социальных групп. В городах uCity создаются все условия для компактного совместного проживания с близкими по духу и интересам людьми, а также обеспечиваются удобные транспортные и информационные коммуникации с любым регионом мира.

Оптимальная социальная структура uSocio

Поскольку главной градообразующей силой является непосредственно человек с его интересами и потребностями, то наше внимание в данной теме сосредоточено на соответствующих параметрах организации социума. Как указывалось выше, социальное качество определяется степенью участия людей в жизни сообществ на условиях, которые способствуют росту их благосостояния и индивидуальных возможностей. Современному человеку, уставшему от постоянного давления со стороны властей, политиков, бизнесов и рекламы, жизненно необходима своеобразная отдушина: понимание, солидарность, сопричастность и самореализация.

Авторы дают себе отчёт в том, что социальный мир многовариантен. На таком понимании основан принцип кластерной застройки жилого пространства городов uCity. Расселение в составе ограниченных по численности жилых групп позволяет достигать неограниченного разнообразия архитектурно-планировочных решений, учитывающих особенности культуры, традиций, а также пожелания и интересы людей в конкретной локации. Кластеры линейных городов станут базовой платформой самоорганизации сообществ для выживания в условиях нынешней жёсткой глобальной конкуренции при снижении роли и значения государственных границ как неких социально-экономических регуляторов.

Самоуправляемые общины различных типов, проявляющие себя во многих отношениях – духовных, религиозных, социально-экономических, этнических, организационно-управленческих, коммуникативных, политических, образовательных и др., – могут быть созданы в кластерах линейных городов. Жилая среда нового типа основана на учёте и оценке параметров социума, что предполагает применение компонентов social quality, как это показано на рисунке 1.

Новизна жилой среды uSocio заложена в идею универсального планировочного элемента uCity и заключается в использовании жилого дома, экологически совместимого с природой и создающего условия, максимально поддерживающие её естественное состояние. Такое жильё представляет собой группу индивидуальных домов, сблокированных в одно здание значительной протяжённости («горизонтальный небоскрёб»), и обладает встроенными технологиями, обеспечивающими полный жизненный цикл системы и исключающими загрязнение окружающей среды. Шаговая близость к основным функциональным зонам открывает доступ к комплексам социально-бытового, образовательного и культурного обслуживания. Поселение uCity (рисунки 2, 3) – это не только жилая, но и экономическая единица, располагающая необходимой инженерной структурой. Площадь жилого кластера колеблется в пределах 1–2 км^2 (100–200 га) при длине и ширине 1000–1500 м. Модель имеет высокую адаптивную составляющую и позволяет варьировать форму кластера от небольшого посёлка на берегу моря до жилого модуля в составе околоземного космического индустриального ожерелья «Орбита» [2].

Рисунок 1 – Компоненты социального качества в общественной среде uSocio

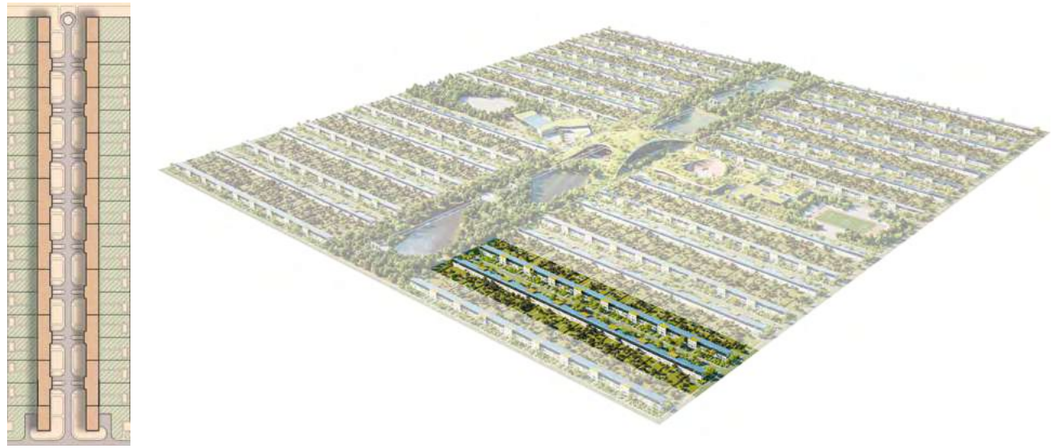


Рисунок 2 – Группа многофункциональных жилых домов в поселении uCity (вариант, визуализация)

Рисунок 3 – Застройка улицы жилого кластера в поселении uCity (вариант, визуализация)

В отличие от кластеров НЭР, где встреча близких по духу и образу жизни людей определялась вероятностным совпадением, для чего была определена группа численностью 100 000 человек, метод конструктивной социальной стратификации, заложенный в организацию жилой среды uSocio, предлагает сознательный выбор своего места в той или иной социальной страте. Планировочные решения поселений uCity предусматривают такую возможность.

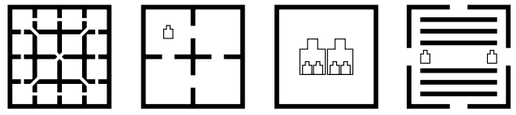
Кластеры спланированы в виде населённых пунктов городского типа, вписанных в окружающую среду. В каждом из них комфортно проживают 2000–5000 человек. Поселение снабжает себя всем необходимым: растительная и животная пища, вода, энергия производятся внутри него на автономной основе. Доступ к полному набору предлагаемых услуг гарантирован наличием социальной инфраструктуры и полноценными транспортными коммуникациями «второго уровня» ЮСТ. Добрососедские дружеские

отношения с близкими по духу людьми, возможность получить хорошее образование, развить и реализовать свои способности обеспечивают высокий уровень социального качества. Целостность проектных решений позволяет поселению самодостаточно функционировать в динамичной и постоянно изменяющейся современной жизни [2].

Принцип кластерной планировки естественным образом адаптирует застройку линейного города к любым географическим условиям и особенностям местности. Транспортные комплексы «второго уровня» ЮСТ снимают ограничения, свойственные горным или обводнённым районам: перепад рельефа и наличие водных и иных преград не препятствуют доступности объектов. Инженерные коридоры выпрямляются и значительно снижают протяжённость основных коммуникаций. Ранее труднодоступные места и территории становятся привлекательными и удобными для людей.

С одной стороны, проживание в описанном кластере (который будет иметь своё собственное отличительное название) рождает ощущение принадлежности к малой родине, чувство родного дома, с другой – создаёт неограниченные возможности для беспрепятственной смены места жительства. Население становится чрезвычайно мобильным в рамках всей планеты и даже за её пределами.

На сравнительных схемах социальных структур различных исторических эпох (рисунок 4) показана трансформация социального и системного пространств: властные общества, где доминирует наказание → дисциплинарное общество → общество контроля → социальная среда uSocio, позволяющая человеку развивать свои лучшие качества в атмосфере понимания, солидарности, сопричастности и самореализации.



а) б) в) г)

Рисунок 4 – Социальные структуры различных исторических эпох:
а – властное общество (по Ж. Делёзу),
управляющее и владеющее телом индивида;
б – дисциплинарное общество (по Ж. Делёзу),
где индивид обладает свободой перемещения
из одного пространства заключения в другое;
в – общество контроля (по Ж. Делёзу), где свобода индивида
компенсирована постоянным контролем над ним;
г – социальная среда uSocio (по А.Э. Юницкому),
дающая индивиду свободу выбора
в структуре социальной стратификации

Указанные ранее четыре компонента социального качества (социально-экономическая безопасность, социальная включённость, социальная сплочённость, расширение социальных прав и возможностей) обеспечены потенциалом свободного выбора своего места в социальной среде нового типа uSocio – малых группах, имеющих схожие интересы. Именно в них методом социальной стратификации в её новом понимании удовлетворяются социальные потребности людей – социокультурные связи, общие ценности, религиозные мировоззрения, соблюдение традиций, увлечение искусством, развитие этнических и межэтнических контактов и др.

Разработке проекта предшествуют глубокие социальные исследования для максимального учёта предпочтений тех, кто будет населять жилые пространства uCity. По утверждению А.Э. Юницкого, «подобные самоуправляемые общины различных типов, проявляющие себя в различных отношениях – духовных, религиозных, социально-экономических, этнических, образовательных, историко-экологических и др., – могут быть созданы в кластерах линейных городов» [1].

Заключение

Оптимальная социальная структура жилой среды uSocio в линейных городах uCity, в том числе в экваториальном линейном городе, через который пройдёт взлётно-посадочная эстакада общепланетарного транспортного средства, формируется на основе принципов, изложенных в теории social quality. Исторические предпосылки, возникшие и получившие развитие в утопических идеях идеального общества как попытках достижения социальной гармонии, могут продуктивно использоваться в организации социального пространства жилой среды нового типа при условии их критического осмысления. Приемлемая структура общества определяется его допустимым воздействием на биосферу Земли и обеспечением цикличности биосферных процессов. Жизнеспособные социальные элементы uCity воплощаются в пространстве линейных поселений через конструктивную социальную стратификацию городских структур. Новый тип жилой среды не только удовлетворяет потребности людей в жилье и пище, но и упорядочивает общественную среду, гарантирует необходимый уровень социального качества и «несёт людям нечто более высокое и значимое: нравственность и этику, сотворчество и культуру общения, направленные на укрепление семьи и вдохновление людей на проявление их лучших человеческих качеств во всех структурах социума» [1].

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Цивилизационная ёмкость космического дома по имени Планета Земля / Анатолий Юницкий. – Минск, 2021. – 148 с.*
2. *Юницкий, А.Э. Экваториальный линейный город: особенности строительства / А.Э. Юницкий, М.М. Давыдик // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы IV междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 18 сент. 2021 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2022. – С. 101–115.*
3. *Сушкова-Ирина, Я.И. Динамика социальной стратификации и её представленность в картинах мира [Электронный ресурс] / Я.И. Сушкова-Ирина // Знание. Понимание. Умение. – 2010. – № 4. – Режим доступа: http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2010/4/Sushkova-Irina/. – Дата доступа: 05.05.2023.*
4. *Фуко, М. Надзирать и наказывать. Рождение тюрьмы / М. Фуко; пер. с фр. В. Наумова; под ред. И. Борисовой. – М.: Ad Marginem, 1999. – 480 с.: ил.*
5. *Андрюшина, А.В. Концепция дисциплинарного общества Мишеля Фуко / А.В. Андрюшина, А.А. Погосова // Молодой учёный. – 2020. – № 20 (310). – С. 239–241.*
6. *Бочарникова, Д. НЭР: «мир, принадлежащий всем и каждому» [Электронный ресурс] / Д. Бочарникова. – Режим доступа: https://yarcenter.ru/articles/culture/urban/ner-mir-prinadlezhashchiy-vsem-i-kazhdomu/. – Дата доступа: 12.06.2023.*
7. *Новый элемент расселения. На пути к новому городу / А. Бабуров [и др.]. – М.: Стройиздат, 1966. – 128 с.*
8. *Есионова, А. Общество контроля и «Ненужные люди» [Электронный ресурс] / А. Есионова, В. Есионов. – Режим доступа: http://novoprof.net/novosti/obshchestvo-kontrolya-i-nenuzhnye-lyudi/?ysclid=ljitn26c77783635313. – Дата доступа: 05.05.2023.*
9. *Делёз, Ж. Общество контроля [Электронный ресурс] / Ж. Делёз; пер. с фр. Н. Мелентьевой // Элементы. – 1998. – № 9. – Режим доступа: http://elements.lenin.ru/9deleuze.htm. – Дата доступа: 18.07.2023.*
10. *Бродский, А.К. Краткий курс общей экологии: учеб. пособие / А.К. Бродский. – СПб.: Санкт-Петербург. ун-т, 1992. – 148 с.*
11. *Пригожин, И. Конец определённости. Время, хаос и новые законы природы / И. Пригожин. – Ижевск: РХД, 2000. – 208 с.*
12. *Пригожин, И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс; пер. с англ. Ю.А. Данилова; общ. ред. и послесл. В.И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича, Ю.В. Сачкова. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.*
13. *Евдокимов, А.Ю. О возможности построения «идеального» общества / А.Ю. Евдокимов, Е.Н. Кузнецова // Вестник ВГУ. Серия «Лингвистика и межкультурная коммуникация». – 2008. – № 3. – С. 204–209.*
14. *Миллер, Т. Жизнь в окружающей среде: [в 3 т.]: пер. с англ. / Т. Миллер; под ред. Г.А. Ягодина. – Т. 3. – М.: Галактика, 1996. – 400 с.*
15. *Гумилёв, Л.Н. Этногенез и биосфера Земли / Л.Н. Гумилёв. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 560 с.*
16. *Ефремов, Ю.К. Ландшафтная сфера нашей планеты / Ю.К. Ефремов // Природа. – 1966. – № 8. – С. 45–54.*
17. *Бобков, В.Н. Теория социального качества как инновационный инструмент изучения общества (размышления в связи с международным социологическим форумом «Социальное качество и социальное управление») / В.Н. Бобков, А.К. Акимов // Уровень жизни населения регионов России. – 2018. – № 4 (210). – С. 115–120.*
18. *Самсонов, В.В. Социально-качественная модель в изучении динамики развития современных обществ: возможности и границы применения / В.В. Самсонов, М.Р. Зазулина // Идеи и идеалы. – 2020. – Т. 12, № 3, ч. 2. – С. 407–424.*
19. *Lockwood, D. Solidarity and Schism: 'The Problem of Disorder' in Durkheimian and Marxist Sociologies / D. Lockwood. – Oxford: Clarendon Press, 1992. – 433 p.*

УДК 341.1/8+629.78

Действие правовых норм при строительстве и эксплуатации общепланетарного транспортного средства и его инфраструктуры

А.П. Казакевич

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Рассмотрены вопросы действия правовых норм в космическом пространстве, в том числе в процессе строительства и эксплуатации общепланетарного транспортного средства (ОТС), взлётно-посадочной эстакады ОТС (uWay) и космического индустриального ожерелья «Орбита» (КИО «Орбита»). Проанализировано текущее состояние правового регулирования объектов в космосе, выявлены общие закономерности действия норм права. Сделан прогноз изменений, которые могут понадобиться в данной сфере с учётом перспектив индустриального освоения околоземного пространства.

Ключевые слова:
взлётно-посадочная эстакада ОТС (uWay), геокосмическая программа uSpace, космическое индустриальное ожерелье «Орбита» (КИО «Орбита»), международное право, норма права, общепланетарное транспортное средство (ОТС).

UDC 341.1/8+629.78

Application of Legal Norms During the Construction and Operation of the General Planetary Vehicle and Its Infrastructure

A. Kazakevich

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

The issues of the legal norms' application in outer space are considered, including those issues during the process of construction and operation of the General Planetary Vehicle (GPV), the GPV takeoff and landing overpass (uWay) and the Industrial Space Necklace "Orbit" (ISN "Orbit"). The current state of legal object regulation in space is analyzed, and general patterns of the legal norms' operation are identified. The forecast of changes that may be needed in this area is made, considering the prospects for the industrial development of near-Earth space.

Keywords:
General Planetary Vehicle (GPV), GPV takeoff and landing overpass (uWay), Industrial Space Necklace "Orbit" (ISN "Orbit"), international law, rule of law, uSpace geocosmic program.

Введение

Общепланетарное транспортное средство (ОТС) является глобальным проектом, при воплощении которого будет задействовано большое количество участников [1]. В предыдущих работах автора рассматривались вопросы сотрудничества стран как субъектов международного права в процессе реализации геокосмической программы uSpace [2]. Однако государство как политический институт – это фиктивный (искусственный) субъект права, который не имеет и не может иметь сознания и воли, а взаимодействуют между собой всегда физические лица, считающиеся его уполномоченными представителями. Именно люди, а не искусственные субъекты (фикции) вступают во взаимоотношения, в том числе в процессе деятельности на объектах космической инфраструктуры, создаваемой в рамках осуществления программы uSpace.

Ещё с периода первобытного строя человек подчинял своё поведение некоторым правилам: обычаям, нормам морали, религиозным догмам и др. В современном обществе наиболее актуальным регулятором являются нормы права – установленные государством общие правила поведения, регулирующие общественные отношения [3]. Приведённое определение указывает в том числе на такой признак правовой нормы, как её применение государством. Это значит, что и действовать она будет только на его территории, которую в свою очередь можно охарактеризовать как пространство, включающее в себя сушу, внутренние и территориальные воды, воздушное пространство над ними, недра в пределах границ государства и так называемую условную территорию (посольства в других странах, морские, речные, воздушные и космические корабли (станции) под флагом государства, кабели, трубопроводы и другие объекты, принадлежащие государству и находящиеся в открытом море или космосе), на которое полностью и безраздельно распространяется государственная власть [4].

В рамках реализации программы uSpace предполагается проектирование, строительство и эксплуатация следующих объектов [1]:

- взлётно-посадочная эстакада ОТС (uWay) – взлётно-посадочный, энергетический и коммуникационный комплекс эстакадного типа для геокосмических перевозок, размещённый вдоль экватора и совмещённый с экопоселением нового поколения – экваториальным линейным городом (ЭЛГ);
- ОТС – геокосмический летательный аппарат многоразового использования для безракетного индустриального освоения ближнего космоса, выполненный в виде опоясывающего Землю в экваториальной плоскости тора; обеспечивает индустриальные грузо- и пассажиропотоки (миллионы тонн грузов и миллионы пассажиров в год) с Земли на околоземные экваториальные орбиты и обратно; основан на единственно возможной (с позиций физики) экологически чистой и с минимальными энергозатратами геокосмической транспортной технологии, использующей только внутренние силы системы и электрическую энергию;
- космическое индустриальное ожерелье «Орбита» (КИО «Орбита») – обслуживающий земное человечество многоорбитальный транспортно-инфраструктурный и индустриально-жилой комплекс, охватывающий планету в плоскости экватора, являющийся функциональным аналогом ЭЛГ, размещённым в космосе, а также плацдармом для защиты от космических угроз (в том числе метеоритных) и платформой для экспансии земной цивилизации в дальний космос.

Как видно из описания вышеуказанных объектов, все они представляют собой целостные сооружения общепланетарного масштаба, находящиеся на территории многих государств и/или в пространстве, на которое не распространяется юрисдикция ни одной страны. Это обстоятельство порождает множество вопросов в области правового регулирования взаимоотношений субъектов на таких объектах, и именно этим обусловлена актуальность темы настоящего исследования.

Действие правовых норм на uWay

Как было определено выше, uWay опоясывает Землю в экваториальной плоскости и, соответственно, пересекает территории нескольких государств и нейтральные воды. Применение к рассматриваемому объекту существующих подходов, касающихся действия правовых норм, приведёт к следующему.

1. Части эстакады, размещённые на территории какого-либо из государств, будут находиться под его юрисдикцией. С одной стороны, это выглядит обоснованно и достаточно просто, но, с другой стороны, порождает ряд вопросов.

Так, uWay является целостным сооружением с неразрывно связанными элементами, служащим общей цели. Данный широкомасштабный объект требует надлежащего технического обслуживания и незамедлительного ремонта в случае поломки. При подчинении разным нормам и правилам подобные действия будут регламентироваться и финансироваться по-разному, что может привести к непредсказуемым последствиям для комплекса в целом. К тому же лицам, осуществляющим обслуживание и ремонт, в такой ситуации, вполне вероятно, придётся часто пересекать государственные границы, проходя соответствующие пограничные и таможенные процедуры.

В процессе эксплуатации uWay будут проводиться посадка (высадка) пассажиров, погрузка (выгрузка) грузов, что предполагает наличие большого количества людей, техники, товаров и оборудования на сравнительно небольшой территории и их постоянное взаимодействие. Отсутствие единых регулирующих норм в разных частях комплекса неизбежно приведёт к спорным вопросам, а также к увеличению временных и финансовых затрат. Например, необходимо постоянно контролировать, есть ли у пассажира разрешение на въезд в страну, возможно ли нахождение перевозимого груза в точке прибытия.

Применение разных правил к частям единого объекта видится нерациональным по вышеизложенным причинам.

2. Части эстакады, расположенные на нейтральных территориях, могут:

- принадлежать тем государствам, которые финансировали либо принимали иное участие в их создании, и являться частью территории таких государств;
- иметь статус и правовой режим нейтральной территории.

В первом случае мы столкнёмся с проблемами и вопросами, аналогичными описанным выше. Во втором случае будет сложно определить, кто должен нести расходы и ответственность за техническое обслуживание, поддержание надлежащего состояния и ремонт объекта, а также за безопасность пассажиров и сохранность грузов в момент их нахождения на нейтральной территории. Как видно, оба варианта не лишены существенных недостатков.

Действие правовых норм на борту ОТС

ОТС – это геокосмический летательный аппарат, для которого действующее правовое регулирование определяет следующее.

Согласно ст. 17 Конвенции о международной гражданской авиации воздушные суда имеют национальность того государства, в котором они зарегистрированы [5].

В соответствии со ст. VIII Договора о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (далее – Договор по космосу), государство-участник, в регистр которого занесён объект, запущенный в космическое пространство, сохраняет юрисдикцию и контроль над таким объектом и над любым экипажем этого объекта во время их нахождения в космическом пространстве, в том числе на небесном теле [6].

Ст. 5 Соглашения между Правительством Канады, Правительствами государств – членов Европейского космического агентства, Правительством Японии, Правительством Российской Федерации и Правительством Соединённых Штатов Америки относительно сотрудничества по международной космической станции гражданского назначения (далее – Договор по МКС) определяет, что каждый партнёр регистрирует в качестве космических объектов предоставляемые им орбитальные элементы и сохраняет юрисдикцию и контроль над элементами, которые он регистрирует, и над лицами из состава персонала на космической станции, находящимися внутри или снаружи её, которые являются его гражданами [7].

Независимо от того, что ОТС на своём пути будет пересекать и воздушное, и космическое пространство, принцип остаётся неизменным: объект (его часть) находится под юрисдикцией государства, в котором он зарегистрирован.

Таким образом, предполагается, что ОТС будет состоять из частей, зарегистрированных в разных странах. Данное разделение можно реализовать, руководствуясь определёнными критериями:

- финансирование или иное участие в проектировании и строительстве объекта;
- место нахождения части ОТС на Земле;
- иное разделение в зависимости от выбранного основания.

Существенные недостатки такого подхода к регулированию вытекают из того, что ОТС является неделимым объектом с неразрывно связанными элементами, служащим единой цели. Формальное деление его на части, относящиеся к разным государствам, на которых действуют отличающиеся нормы и правила, может привести ко множеству проблем и спорных вопросов в процессе эксплуатации ОТС. Среди них следующие.

1. Если посадка (высадка) пассажиров и погрузка (выгрузка) грузов будут подчиняться разным правилам в рамках одного транспортного средства, неизбежна неэффективная логистика. Вполне возможно неравномерное распределение полезной нагрузки в частях ОТС, имеющего длину более 40 000 км и общую массу около 40 млн тонн, а это недопустимо из-за неприемлемой развесовки летательного аппарата, так как может привести к катастрофе. Подобная ситуация вероятна в том случае, если на одной из территорий будут действовать менее строгие правила,

касающиеся требований к пребывающим в стране лицам и/или перемещаемым товарам. В такой части начнёт образовываться очередь из ожидающих посадки и/или погрузки, в то время как в другой части останутся свободные места. Подобное положение дел, очевидно, не соответствует необходимой рациональности в использовании геокосмического транспорта, для которого равномерность распределения полезной нагрузки по длине является одним из ключевых требований.

2. Если техническое обслуживание, эксплуатацию и ремонт ОТС будут осуществлять разные субъекты по своим правилам, это послужит причиной неудовлетворительного состояния геокосмического летательного аппарата, необоснованных задержек запусков, ускоренного выхода из строя его элементов и оборудования, а также других негативных последствий и даже катастрофы. Всё вышеописанное может быть вызвано недостатком финансирования, различием приоритетов у субъектов, политическими разногласиями, иными факторами.

Действие правовых норм на территории КИО «Орбита»

КИО «Орбита» – многоорбитальный транспортно-инфраструктурный и индустриально-жилой комплекс, охватывающий планету в плоскости экватора и размещённый в космосе на круговых орбитах.

Согласно действующим в настоящее время и упомянутым ранее правовым нормам каждый объект (или его элемент) в космическом пространстве принадлежит государству, которое внесло его в соответствующий регистр (ст. VIII Договора по космосу, ст. 5 Договора по МКС) [6, 7]. Таким образом, указанный орбитальный комплекс аналогично другим элементам инфраструктуры будет формально разделён на части, подчиняющиеся различным правилам.

КИО «Орбита» в отличие от uWay и ОТС предполагает длительное проживание на нём людей, а также постоянное размещение жилых, производственных, административных и иных объектов. С одной стороны, подобная особенность позволяет рассмотреть предложенный правовой режим с позиции сходности с существующим порядком на планете Земля: большое количество стран с собственным законодательством, в которых проживают граждане, расположены объекты недвижимости, перемещаются товары. С другой стороны, жизнедеятельность населения КИО «Орбита» будет кардинально отличаться.

Наличие многих частей единого комплекса, являющихся фактически территорией разных стран, по общему правилу предполагает государственные границы между ними, а также оборудованные пункты пропуска, что, в свою очередь, влечёт необходимость прохождения соответствующих пограничных и таможенных процедур при их пересечении. Такое серьёзное ограничение негативно отразится на эффективности логистики, затратах, удовлетворённости населения и сильно затруднит непростую, но важную задачу по переносу земной индустрии в ближний космос.

Кроме этого, подобное разделение вызовет вопросы, связанные с техническим обслуживанием, эксплуатацией и возможным ремонтом, аналогичные описанным выше для других элементов общепланетарной инфраструктуры, только большего масштаба, учитывая внеземное расположение и беспрецедентные размеры геокосмического комплекса.

В обобщённом виде проблемы, которые могут быть вызваны применением существующих подходов в правовом регулировании космических объектов к широкомасштабным элементам программы uSpace, представлены на рисунке 1.

Способ преодоления описанных проблем правового характера

Проведённый в настоящей статье анализ позволяет сделать очевидный вывод, что текущие подходы к правовому регулированию общественных отношений, возникающих в процессе запуска и эксплуатации объектов в космическом пространстве, хотя и могут быть применимы при использовании uWay, ОТС и КИО «Орбита», однако имеют больше недостатков, чем преимуществ.

Обоснованным выходом из такой ситуации видится установление единых правил ко всем элементам инфраструктуры в рамках любого взаимодействия. В то же время, для того чтобы регулирование было возможным, эти правила должны стать нормами права. В научной литературе выделяют их следующие признаки: универсальность (абстрактность, обобщённость, общеобязательность), властный характер (исходит от субъекта, наделённого властью, или санкционирована им), системность (является элементом общей системы права), обеспеченность принудительной силой, содержание в источниках права (акты, обычаи, доктрина) [8].

В рассматриваемом контексте проблемный вопрос – определение субъекта, полномочия которого позволят издать общеобязательный акт и обеспечить его исполнение в процессе эксплуатации uWay, ОТС и КИО «Орбита».

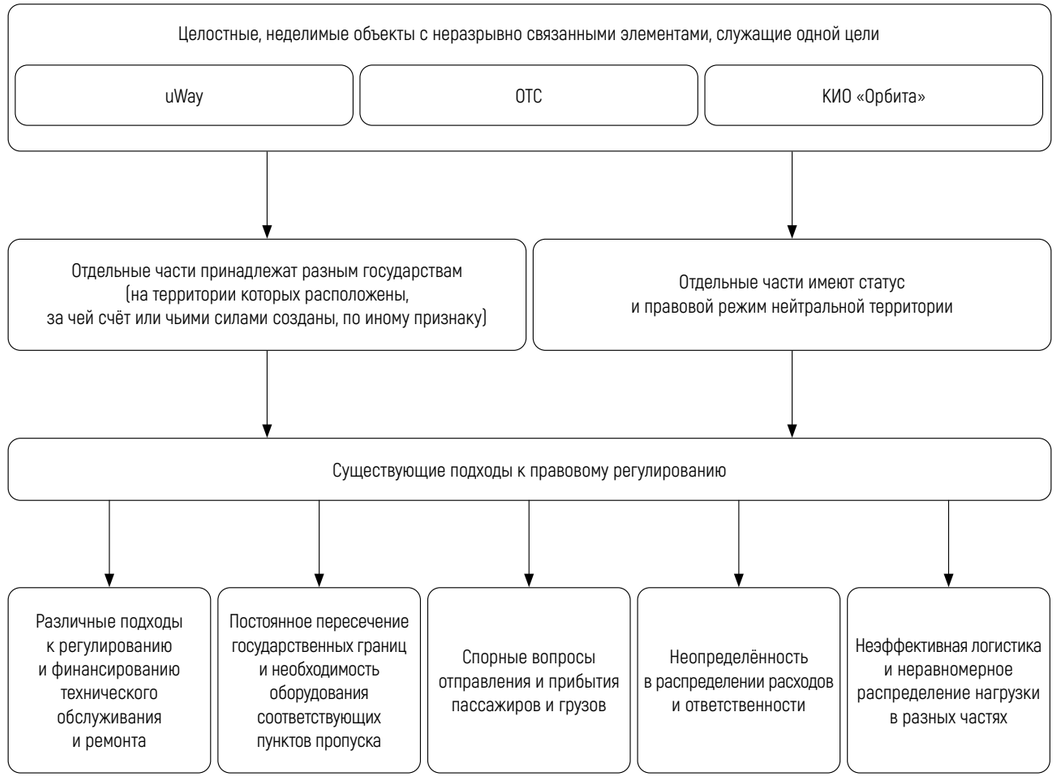


Рисунок 1 – Проблемы применения существующего правового регулирования при реализации геокосмической программы uSpace

Возможным выходом видится, что в такой роли выступит международная организация (существующая или вновь созданная для специальных целей), однако использование указанного способа изначально предполагает излишний бюрократизм, медлительность в принятии решений, неспособность договориться между участниками из-за политических разногласий и иные недостатки, присущие многонациональным образованиям.

В качестве альтернативы предлагается создание гибридного самостоятельного субъекта международного права, обладающего одновременно признаками международной организации, государства и корпорации. Он должен сочетать в себе автономность, т. е. быть независимым в своих действиях и решениях от других участников международных отношений, и представительность, т. е. состоять (или учитывать интересы) из участников, которые сыграли значимую роль в реализации программы uSpace, а также тех, во благо кого она осуществляется. Вместе с тем необходимо признание мирового сообщества, поскольку в противном случае сложно будет выстроить конструктивное взаимодействие.

Создание такого субъекта возможно на основании высшего учредительного акта общей воли участников при дальнейшем неукоснительном соблюдении суверенитета нового образования. Рассматриваемое формирование обязательно должно иметь структурированную внутреннюю систему постоянно функционирующих органов, реализующих всю полноту власти на подконтрольной территории и обладающих монополией на легальное принуждение. Важным элементом деятельности будет ведение учёта доходов и расходов, а также принятие решения о распределении излишков.

Схематично признаки подобного гибридного самостоятельного субъекта международного права изображены на рисунке 2.

Автономность, представительность, учредительный акт, структурированная система органов, полнота власти, монополия на легальное принуждение, учёт доходов и расходов, распределение излишков

Рисунок 2 – Необходимые признаки вновь создаваемого субъекта международного права

Заключение

Настоящее исследование, касающееся возможности применения существующего правового регулирования к общественным отношениям, которые возникают в процессе эксплуатации общепланетарных неделимых объектов (uWay, ОТС и КИО «Орбита»), служащих общей цели, выявило серьёзные недостатки и, вероятно, неразрешимые противоречия этого подхода.

Наиболее оправданным и обоснованным вектором развития в данном направлении видится установление ко всем элементам общепланетарной инфраструктуры в рамках любого взаимодействия единых правовых норм. При этом предполагается создание гибридного самостоятельного субъекта международного права, который:

• как государство, будет автономным и независимым, обладающим всей полнотой власти на подконтрольной территории и монополией на легальное принуждение;;

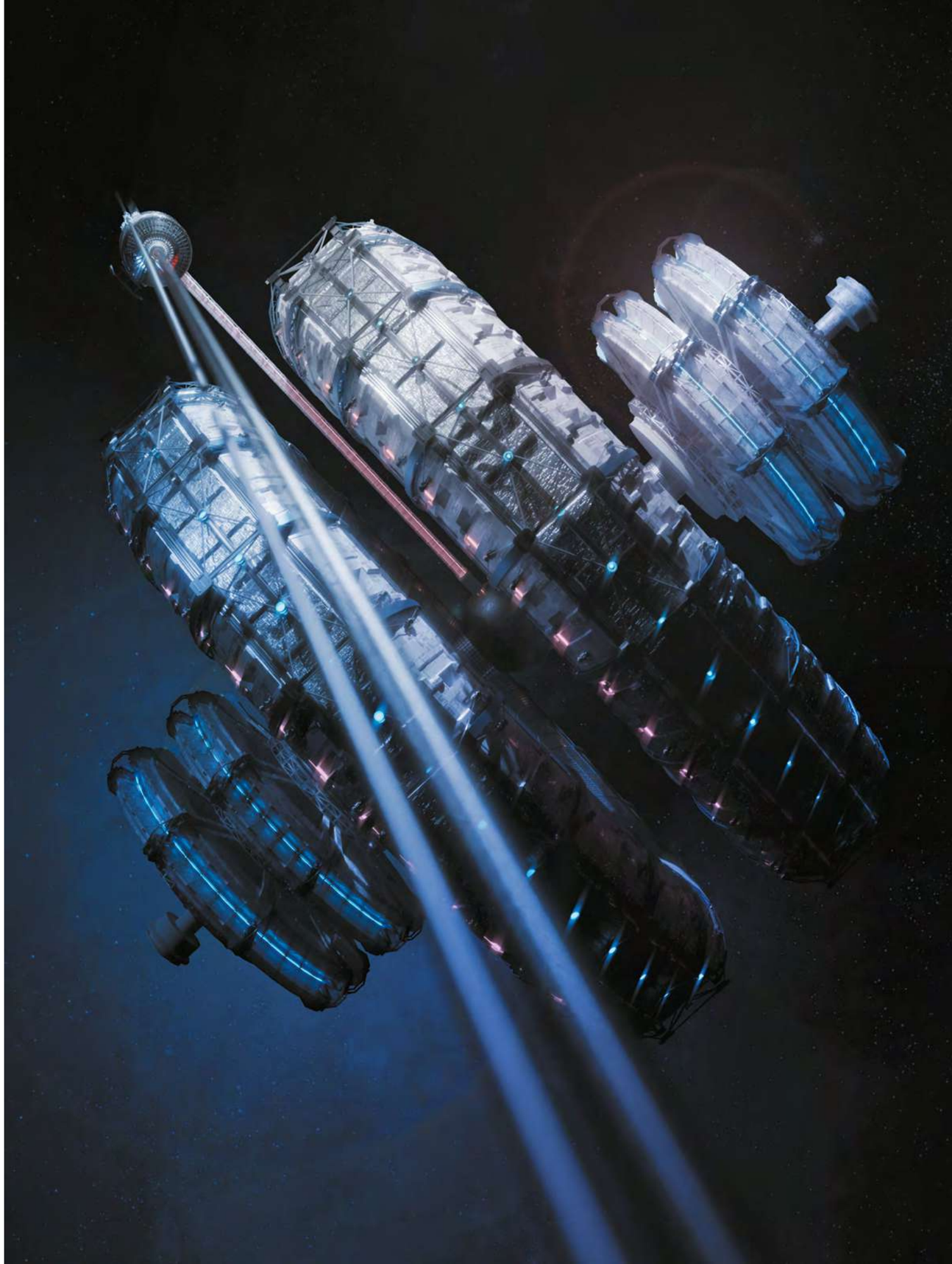
• как международная организация – представительным и признанным международным сообществом;

• как корпорация, будет организован на основании учредительного акта, иметь структурированную внутреннюю систему постоянно действующих органов, вести учёт доходов и расходов, а также принимать решение о распределении излишков.

Вместе с тем подконтрольной территорией описываемого нового субъекта станут элементы инфраструктуры ОТС, на которых в силу своих властных полномочий он будет создавать правовые нормы и обеспечивать их исполнение.

Список основных источников

1. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
2. *Казакевич, А.П. Правовые аспекты международного сотрудничества в области освоения космоса / А.П. Казакевич // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 102–115.*
3. *Тихомирова, Л.В. Юридическая энциклопедия / Л.В. Тихомирова, М.Ю. Тихомиров. – Изд. 6-е, доп. и перераб. – М.: Изд-во Тихомирова М.Ю., 2013. – 1088 с.*
4. *Белякович, Е.В. О понятии территории государства / Е.В. Белякович // Сибирский юридический вестник. – 2006. – N° 2. – С. 3–10.*
5. *Конвенция о международной гражданской авиации [Электронный ресурс]: [заключена в г. Чикаго 07.12.1944] // Ilex / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2023.*
6. *Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела [Электронный ресурс]: принят резолюцией 2222 (XXI) Генер. Ассамблеи от 19 дек. 1966 г. // Ilex / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2023.*
7. *Соглашение между Правительством Канады, Правительствами государств – членов Европейского космического агентства, Правительством Японии, Правительством Российской Федерации и Правительством Соединённых Штатов Америки относительно сотрудничества по международной космической станции гражданского назначения [Электронный ресурс]: ратифицир. Федер. законом РФ N° 164-ФЗ от 29 дек. 2000 г. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/901778188. – Дата доступа: 05.06.2023.*
8. *Алексеев, С.С. Общая теория права: в 2 т. / С.С. Алексеев. – М.: Юрид. лит., 1982. – Т. 2. – 360 с.*



УДК 341.1/8+629.78

Политико-правовое обоснование реализации геокосмической программы uSpace в рамках международного объединения БРИКС

А.А. Бахаев
кандидат юридических наук

г. Челябинск, Россия

Рассмотрены наиболее актуальные сферы международного сотрудничества, наличие и эффективность межгосударственных организаций и объединений. Исследован их потенциал и соответствие уставным целям геокосмической программы uSpace. Проведён анализ имеющихся политико-правовых инструментов для осуществления данной программы в рамках международного объединения БРИКС. Сделаны выводы и предложены механизмы реализации проекта, соответствующие политической линии БРИКС и внутриорганизационным юридическим процедурам.

Ключевые слова:
БРИКС, геокосмическая программа uSpace, международное право, международные организации и объединения.

UDC 341.1/8+629.78

Political and Legal Justification for the Implementation of the uSpace Geocosmic Program Within the Framework of the BRICS International Association

A. Bakhaev
Ph.D. in Law

Chelyabinsk, Russia

The article considers the most relevant spheres of international cooperation, the presence and effectiveness of inter-state organizations and associations. Their potential and compliance with the statutory goals of the uSpace geocosmic program have been reviewed. There is an analysis of available political and legal instruments for the realization of this program within the framework of the BRICS international association. The article contains the relevant conclusions and offers mechanisms of the project implementation which corresponds to the policy of the BRICS nations and the internal organizational legal procedures.

Keywords:
BRICS, international law, international organizations and associations, uSpace geocosmic program.

Введение: классификация международных организаций

Международные организации и объединения в том виде, в котором мы их знаем сегодня, появились относительно недавно – в прошлом столетии. Можно констатировать, что они стали полноправными субъектами международного права, а также полноценными политическими игроками на мировой арене, где ранее монополистами выступали государства.

В настоящее время наиболее крупными действующими международными организациями, объединениями и группами стран являются: Организация Объединённых Наций, Всемирная торговая организация, Организация по безопасности и сотрудничеству в Европе, Организация Договора о коллективной безопасности, Совет Европы, Шанхайская организация сотрудничества, «Большая семёрка», «Большая двадцатка», БРИКС.

Для реализации целей настоящего исследования необходимо привести классификацию международных организаций. Её основания могут быть различными. Распространена систематизация по масштабу деятельности, цели деятельности, характеру передачи государствами компетенции (рисунок 1) [1].

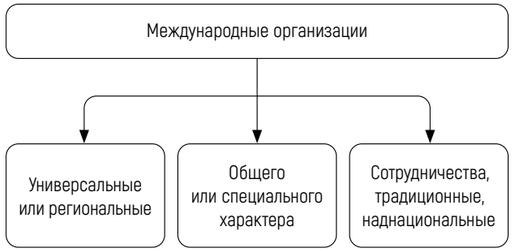


Рисунок 1 – Классификация международных организаций

Следует подчеркнуть, что международные параорганизации – образования, обладающие чертами организации, но не являющиеся таковыми с формально-юридической точки зрения (например, «Большая семёрка», БРИКС), часто играя значительную роль в международных отношениях, не могут быть включены в классификацию международных институтов, так как не получили официального статуса: не имеют устава, штаб-квартиры и не институционализированы. Такие объединения могут быть как правительственными, так и неправительственными. Принципиально параорганизации отличаются тем, что юридически не наделяются и не обладают правосубъектностью. Они могут функционировать хотя и с определённым составом членов, но без полноценных учредительных актов, установленной организационной структуры, постоянного местопребывания, а также без права принятия юридически квалифицированных, обязывающих государства решений. В связи с гибкостью используемых моделей сотрудничества, неформальностью принимаемых решений параорганизации в современном мире широко распространены, причём практическое значение их решений, хотя и не обязывающих, может быть весьма велико [2].

На сегодняшний день большинство из вышеперечисленных международных организаций и объединений либо чрезвычайно политизировались, либо контролируются небольшой группой стран, что исключает принцип равноправия, взаимовыгодности и достижения общего блага. И то и другое не соответствует ни целям создания и деятельности таких организаций, ни целям реализации геокосмической программы uSpace, предложенной инженером А.Э. Юницким [3].

БРИКС как площадка для реализации геокосмической программы uSpace

В современных геополитических реалиях наиболее отвечающей принципу равноправия сторон, представляющей значительное количество населения планеты и соответствующей положениям, включённым инженером А.Э. Юницким в основу геокосмической программы uSpace, является группа стран БРИКС.

Данный союз – неформальное межгосударственное объединение динамично развивающихся крупных стран; рассматривается в качестве площадки для укрепления всестороннего взаимодействия между теми государствами мира, чьи экономики имеют высокий потенциал для роста. В настоящее время в объединение входят Бразилия, Россия, Индия, Китай и Южная Африка. Аббревиатура БРИКС (BRICS) сформирована из первых букв названий государств-членов (на английском языке).

Важный момент: БРИКС нельзя назвать международной организацией, поскольку у него нет устава, хартии или какого-либо другого основополагающего документа, определяющего деятельность. Именно поэтому применительно к БРИКС правильнее использовать слово «объединение». Причём отсутствие статуса организации никак не мешает процветанию и развитию данной структуры, и время, прошедшее с момента её создания, это наглядно показало [4].

Цель группы БРИКС – коллективное увеличение темпов экономического роста стран-участниц (рисунок 2) и укрепление их позиций в мире за счёт активного сотрудничества друг с другом. Это платформа для их взаимовыгодного партнёрства, обеспечения финансовой и социальной стабильности [5].

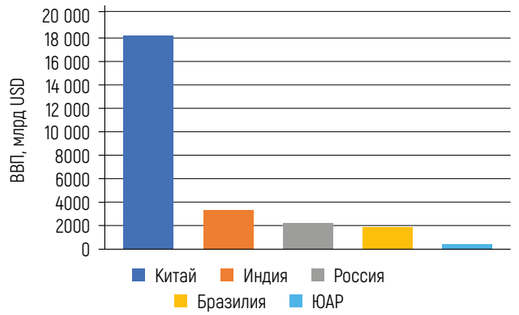


Рисунок 2 – Объём ВВП стран БРИКС, 2022 г.

На наш взгляд, а также с учётом приведённой ниже подтверждающей информации именно на площадке БРИКС будет наиболее органично и эффективно заявить об инициативе реализации геокосмической программы uSpace. Динамика подачи заявок и приглашений на вступление в объединение [6] позволяет говорить о том, что в ближайшие годы и десятилетия именно страны, входящие в БРИКС, будут формировать новую архитектуру мировой экономики (рисунок 3) и определять принципы совместного достижения повышения качества жизни населения и уровня технологического развития.

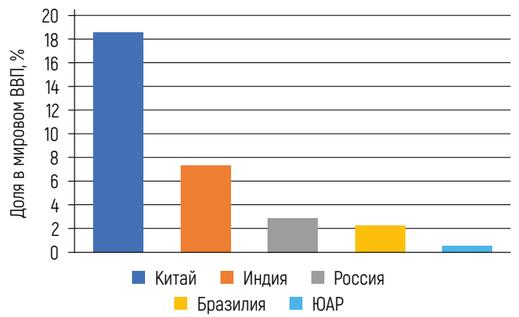


Рисунок 3 – Доля стран БРИКС в мировом ВВП, 2022 г. [5]

На саммите БРИКС, прошедшем 22–24 августа 2023 г. в г. Йоханнесбурге (ЮАР), озвучено решение лидеров государств пригласить в объединение новых участников: Аргентину, Египет, Иран, ОАЭ, Саудовскую Аравию и Эфиопию (рисунки 4, 5). Кроме того, объявлено, что официально заявки на членство подали 23 государства, всего желающих – более 40. По оценке агентства Bloomberg [7], в таком составе к 2040 г. БРИКС будет представлять половину мирового производства, что в два раза больше, чем у «Большой семёрки».

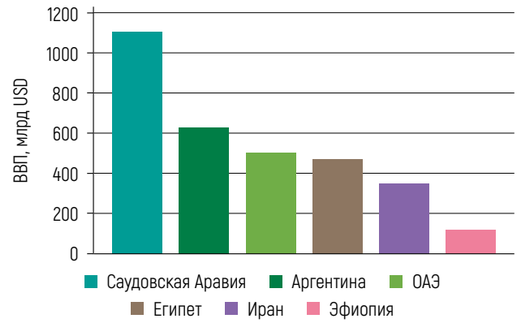


Рисунок 4 – Объём ВВП стран, которые вступят в БРИКС в 2024 г., 2022 г. [5]

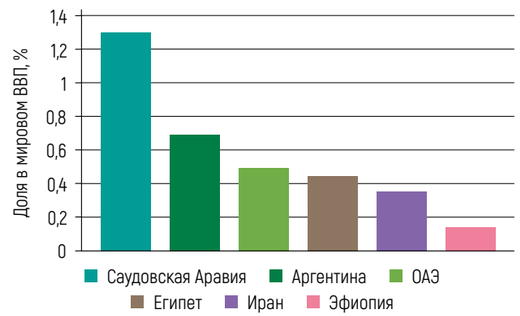


Рисунок 5 – Доля в мировом ВВП стран, которые вступят в БРИКС в 2024 г., 2022 г. [5]

Сегодня население планеты составляет более 8 млрд человек, тогда как совокупная численность жителей стран БРИКС – 3,2 млрд (около 41,5 %). Кроме того, первое и второе места по данному показателю занимают Индия и Китай, Бразилия – седьмое, Россия – девятое, ЮАР – 24-е.

Общая численность жителей стран БРИКС более чем в четыре раза превышает население государств «Большой семёрки»: 3,2 млрд против 777 млн. Общая площадь превосходит более чем в два раза [8].

Совокупная территория членов БРИКС занимает 39 746 220 км^2 (примерно 26,7 % мировой суши).

Китай является первой экономикой мира по уровню ВВП, Индия – третьей, Россия – пятой, Бразилия – восьмой, ЮАР – 32-й.

География БРИКС

Официально заявлено, что в настоящее время идёт работа по расширению группы БРИКС. Министр иностранных дел ЮАР Наледи Пандор 14 августа 2023 г. озвучила список государств, выразивших желание присоединиться к организации. Среди них Беларусь, Казахстан, Венесуэла, Боливия, Индонезия, Вьетнам, Таиланд, Марокко, Бахрейн, Кувейт, Саудовская Аравия, ОАЭ, Гондурас, Куба. В 2022 г. заявки на членство подали Алжир, Аргентина, Иран, Бангладеш, Египет и Эфиопия. На XV саммит БРИКС помимо основных участников были приглашены 67 стран, включая 53 африканские [9].

Реализация геокосмической программы uSpace предполагает строительство огромного количества инфраструктурных объектов вдоль экваториального пояса Земли на территории более чем 10 государств [3]. Помимо того, что указанный проект имеет общепланетарное значение, он также станет небывалым драйвером развития экономик этих стран. При возведении эстакады общепланетарного транспортного средства (ОТС) и сопутствующей инфраструктуры будут созданы сотни тысяч рабочих мест, требуемые ресурсы и материалы приведут к резкому росту в добывающих и обрабатывающих отраслях промышленности, а последующая эксплуатация инфраструктуры, её обслуживание и выстраивание логистических цепочек навсегда закрепит за государствами экваториального пояса геополитическое значение и обеспечение финансовыми и политическими ресурсами.

Рассмотрим подробнее три основные территориальные группы стран, на земле которых планируется возведение инфраструктуры геокосмической программы uSpace.

1. Южноамериканская группа.

Более 60 % протяжённости эстакады ОТС в Южной Америке придётся на территорию Бразилии, которая уже является членом БРИКС. Кроме того, Бразилия – крупнейшее государство континента как в географическом, так и в экономическом смысле. Расширение и наращивание влияния БРИКС в Южной Америке уже идёт и будет продолжено, о чём свидетельствует официальное приглашение Аргентины в состав объединения с 2024 г. При этом у России и Беларуси традиционно тёплые и тесные связи со странами данного региона, что, безусловно, необходимо учитывать, поскольку представители именно Союзного государства выступят инициаторами проекта на первоначальной стадии его обсуждения и внесения в политическую повестку.

2. Африканская группа.

Африканский континент на сегодняшний день стал, без преувеличения, ареной политической борьбы за влияние между «коллективным Западом» и дипломатией России и азиатских стран, в первую очередь Китая и Индии. Растущий экономический вес России, Индии и Китая позволяет активно участвовать в инвестиционных и инфраструктурных проектах в Африке. Кроме того, история освоения и колонизации данного континента предопределяет выбор большинства африканских государств в качестве партнёров для развития экономики, военного сотрудничества и всеобъемлющего взаимодействия со странами Азии и Российской Федерацией.

ЮАР – одна из наиболее развитых стран Африки и уже является членом БРИКС. Темой последнего саммита, прошедшего в г. Йоханнесбурге, стала «БРИКС и Африка: партнёрство для совместного процветания, устойчивого развития и инклюзивной многосторонности». Подчёркивание африканского вектора не случайно: Африка – это огромная территория, высокая численность жителей и серьёзные темпы экономического роста. К 2050 г. её население составит 25 % от мирового, в целом на континент придётся до 50 % мирового прироста, что обеспечит Африке в пять раз больше рабочей силы, чем к тому моменту будет у Европы, и больше, чем у Китая и Индии, вместе взятых [10]. Нет сомнений, что влияние БРИКС на африканский континент возрастёт, а количество его стран в составе объединения увеличится. Так, приглашение стать членами БРИКС с 2024 г. уже получили Египет и Эфиопия.

3. Океаническая группа.

Значительную часть инфраструктурных объектов эстакады ОТС планируется возвести на территории так называемой Океании, островных государств. Основным игроком в этом регионе, несомненно, является Индонезия. Её экономика – крупнейшая в Юго-Восточной Азии и одна из ключевых развивающихся в мире. Индонезия относится к странам с растущей численностью населения – более 270 млн человек. Это рынок с огромным потенциалом. Экономика государства прошла большой путь: сейчас она занимает 16-е место в мире, но по прогнозам достигнет четвёртого места к 2045 г. [11]. В стране снизилось преобладание сельского хозяйства, идёт развитие промышленного производства, ВВП по паритету покупательной способности составляет 4,39 трлн USD (2023 г.). Как ожидалось, приглашение на членство в БРИКС Индонезия должна была получить в 2023 г., что косвенно подтверждалось участием её президента в саммите, однако этого не произошло. Уже после мероприятия было официально заявлено, что главы МИД стран БРИКС обратились к Индонезии с предложением присоединиться к альянсу [12]. Будущее членство Индонезии в нём позволит привлечь представителей государства к обсуждению реализации геокосмической программы uSpace на существующих площадках БРИКС.

Взаимодействие стран БРИКС в космической сфере

Последние достижения участников БРИКС в космической сфере позволяют сделать вывод об огромном потенциале и интересе к совместной работе над реализацией геокосмической программы uSpace.

Актуальные вопросы международного сотрудничества в области освоения космического пространства, мировые тенденции развития космической деятельности уже являются темой обсуждения и взаимодействия между главами космических ведомств стран БРИКС. Примером такого активного партнёрства может служить соглашение о сотрудничестве в области обмена спутниковыми данными дистанционного зондирования Земли.

Необходимо отметить, что 23 августа 2023 г. лидеры стран БРИКС приняли итоговую декларацию XV саммита объединения, получившую название «Йоханнесбург-2». Нашла в ней своё отражение и тема совместного освоения космоса. В частности, в п. 69 заявлено: «Мы поздравляем наши космические агентства с успешной реализацией Соглашения о создании спутниковой группировки дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) стран БРИКС посредством обмена образцами данных спутниковой группировки БРИКС, проведения первого Форума по применению спутниковой группировки ДЗЗ БРИКС в ноябре 2022 г., созыва второго заседания Совместного комитета БРИКС по космическому сотрудничеству в июле 2023 г. и продолжения успешной реализации пилотных проектов спутниковой группировки БРИКС. Мы призываем космические агентства стран БРИКС и далее повышать уровень сотрудничества в области обмена спутниковыми данными дистанционного зондирования и их применения, чтобы обеспечить информационную поддержку экономического и социального развития стран БРИКС» [13].

Понимая важность и перспективность партнёрства в рассматриваемой сфере, участники объединения уже создали Совместный комитет БРИКС по космическому сотрудничеству. Заседания комитета проводятся на ежегодной основе в преддверии встречи глав стран БРИКС. В рамках его деятельности и предлагается продвижение реализации геокосмической программы uSpace.

Финансирование геокосмической программы uSpace в рамках БРИКС

Масштабность геокосмической программы uSpace и её транснациональность обуславливают соответствующий объём финансирования. В рамках работы БРИКС создан Новый банк развития, цель деятельности которого – финансирование инфраструктурных проектов и проектов устойчивого развития в государствах БРИКС и развивающихся странах [14].

Приоритетная задача для Нового банка развития – поддержка государственных и межгосударственных проектов, предоставление займов, гарантий, участие в капитале. Геокосмическая программа uSpace станет самым крупным в истории инфраструктурным проектом, реализованным большинством представителей мирового сообщества. На сегодняшний день имеются все необходимые для этого слагаемые: теоретическое обоснование, технология, международная политическая площадка для осуществления, инструменты формального закрепления, институты финансовой инфраструктуры.

В проводимых ранее исследованиях [15] уже делался вывод о возможности и важности международного сотрудничества при реализации геокосмической программы uSpace и заключения соответствующего международного договора [16]. При этом рассматривался вариант работы именно с международными организациями, тогда как БРИКС в российском юридическом и международно-правовом аспектах таковым не является. Тем не менее подходы к осуществлению геокосмической программы uSpace в рамках объединения БРИКС кардинально не отличаются от общепринятых в мировой практике процессуальных регламентов.

Заключение

Реализация геокосмической программы uSpace возможна лишь при межгосударственном консенсусе, равноправном сотрудничестве, общем целеполагании, совместном финансировании. В настоящее время при сложившейся геополитической ситуации единственным объединением, которое отвечает всем вышеперечисленным критериям и при этом не управляется и не действует в интересах узкой группы избранных стран, является БРИКС.

На сегодняшний день в рамках работы БРИКС либо уже имеются механизмы и институты для выдвижения, продвижения и согласования со всеми сторонами идеи осуществления геокосмической программы uSpace, либо действуют площадки для их создания и активного вовлечения в процесс.

Практическая инициация обсуждения реализации геокосмической программы uSpace видится в следующей форме. Предлагается по итогам конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты» подготовить резолюцию и обращение от имени участников форума в Совместный комитет БРИКС по космическому сотрудничеству, в котором призвать представителей стран БРИКС внимательно изучить инициативу инженера А.Э. Юницкого и выразить готовность к её всестороннему рассмотрению. Российской Федерации в обращении может быть предложено стать международной площадкой для выработки практических путей осуществления данной инициативы. По итогам проведённой в рамках комитета работы следует сформировать единую позицию членов БРИКС о необходимости реализации геокосмической программы uSpace и подготовить вопрос для обсуждения с главами государств на очередном саммите БРИКС.

Список основных источников

1. *Международные отношения и мировая политика: учеб. для бакалавриата и магистратуры / П.А. Цыганков [и др.]. – М.: Юрайт, 2019. – 290 с.*
2. *Словарь международного права / отв. ред. С.А. Егоров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Статут, 2014. – 495 с.*
3. *Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе: науч. издание / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: ПНБ принт, 2019. – 576 с.*
4. *БРИКС. Главное, что нужно знать об объединении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rg.ru/2023/08/22/v-iuar-startoval-sammit-briks-glavnoe-chto-nuzhno-znat-ob-obedinenii.html. – Дата доступа: 08.09.2023.*
5. *Что такое БРИКС и какую роль он играет в мировой экономике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://trends.rbc.ru/trends/social/64e74e4d9a79478d9c170ea4. – Дата доступа: 01.09.2023.*
6. *В БРИКС официально пригласили шесть новых стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ria.ru/20230824/briks-1891914877.html. – Дата доступа: 06.09.2023.*
7. *BRICS Latest: Bloc Invites New Members, Plans Two-Tier System [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-08-24/brics-summit-2023-south-africa-bloc-invites-saudi-iran-four-others-as-members. – Date of access: 08.09.2023.*
8. *Альянс развивающихся: БРИКС прирастает новыми членами и перспективами торговли в прежних валютах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/6198735. – Дата доступа: 08.09.2023.*
9. *Reimagining Economic Growth in Africa: Turning Diversity into Opportunity [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/reimagining-economic-growth-in-africa-turning-diversity-into-opportunity. – Date of access: 04.09.2023.*
10. *Индонезия: новый «азиатский тигр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.skolkovo.ru/expert-opinions/indoneziya-novyj-aziatskij-tigr. – Дата доступа: 08.09.2023.*
11. *Африканская повестка БРИКС: интересы азиатских игроков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.imemo.ru/publications/policy-briefs/text/afrikanskaya-povestka-briks-interesi-aziatskih-igrokov. – Дата доступа: 08.09.2023.*
12. *Индонезия получила предложение вступить в БРИКС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://regnum.ru/news/3830005. – Дата доступа: 08.09.2023.*
13. *XV саммит БРИКС. Йоханнесбургская декларация-II [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/ls471x8ogLBhjRQx05ufVB2uzMFo1kWs.pdf. – Дата доступа: 08.09.2023.*
14. *Соглашение о Новом банке развития от 15 июля 2014 года (ратифицировано Федеральным законом от 08.03.2015 № 29-ФЗ, вступило в силу для Российской Федерации 3 июля 2015 года) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201507070019. – Дата доступа: 08.09.2023.*
15. *Казакевич, А.П. Правовые аспекты международного сотрудничества в области освоения космоса / А.П. Казакевич // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 102–115.*
16. *Казакевич, А.П. Особенности заключения международного договора о реализации геокосмической программы uSpace / А.П. Казакевич // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы V междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 23–24 сент. 2022 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – С. 262–269.*

УДК 338

Киберплан как инструмент перезагрузки экономики Союзного государства России и Беларуси

А.Ю. Потеряйко

Научная школа
стратегического планирования
Н.И. Ведуты,
г. Москва, Россия

Перечислены основные геополитические и экономические угрозы, с которыми столкнулось Союзное государство России и Беларуси (СГРБ), и обозначены пути их преодоления. Главными вызовами стали экономические санкции со стороны Запада, боевые действия на западной границе СГРБ, информационные войны, вестернизация культуры и ценностей народов России и Беларуси, двуполярность мира, цифровая диктатура. Для противостояния этим процессам, а также для укрепления экономики и политики СГРБ предлагается внедрить в систему управления экономикой динамическую модель межотраслевого-межсекторного баланса – Киберплан. Первая версия данного инструмента (живое планирование в СССР) доказала свою эффективность в кризисные годы Великой Отечественной войны и послевоенное время .
В основу модели положен научный кибернетический подход; цель её функционирования – выход на траекторию постоянного роста благосостояния каждого члена общества.
В настоящее время учёными из МГУ под руководством профессора Е.Н. Ведуты с помощью передовых компьютерных технологий ведётся создание прототипа нового поколения модели. Её имплементация для планирования и управления экономикой СГРБ станет инструментом для завершения интеграционных процессов, внедрения новых уникальных технологий, позволяющих СГРБ занять позицию мирового технологического лидера.
В данной работе приведены способы достижения такого лидерства на примере Струнных технологий Юницкого (ЮСТ).

Ключевые слова:
геополитические угрозы, динамическая модель межотраслевого-межсекторного баланса, интеграция, Киберплан, планирование, управление экономикой, цифровая диктатура.

UDC 338

Cyberplan as a Tool for Rebooting the Economy of the Union State of Russia and Belarus

A. Poteryaiko

N.I. Veduta
Strategic Planning
Scientific School,
Moscow, Russia

The main geopolitical and economic threats faced by the Union State of Russia and Belarus (USRB) are listed, and ways to overcome them are outlined. The most essential challenges were economic sanctions from the West, military operations on the western border of the USRB, information wars, westernization of the culture and values of the Russian and the Belarusian peoples, bipolarity of the world, digital dictatorship. To counter these processes as well as to strengthen the economy and policy of the USRB, it is proposed to introduce a dynamic interindustry-intersectoral balance model, Cyberplan, into the economic management system. The first version of this tool (live planning in the USSR) proved its effectiveness during the crisis years of the Great Patriotic War and the post-war period. The model is based on a scientific cybernetic approach; the purpose of its functioning is to achieve a trajectory of constant growth in the well-being of each society's member. Currently, scientists from Moscow State University under the leadership of Professor E. Veduta, using the latest computer technology, are creating a prototype of a new generation of the model. Its implementation for planning and managing the economy of the USRB will become a tool for completing integration processes and introducing new unique technologies that will allow the USRB to take the position of a global technological leader. This paper presents the ways of achieving such leadership using the example of Unitsky String Technologies (uST).

Keywords:
Cyberplan, digital dictatorship, dynamic model of interindustry-intersectoral balance, economic management, geopolitical threats, integration, planning.

Введение

В свете продолжающихся глобальных изменений в экономике и политике, а также их влияния на страны и регионы возникает необходимость в новых инструментах управления народным хозяйством для смены общественно-экономического строя, которая, безусловно, невозможна без усовершенствования производственных технологий и внедрения инновационного способа производства. Эти два процесса всегда неразрывны друг с другом [1, 2]. Ввиду замедления технологического прогресса и замены его цифровизацией и цифровой трансформацией, которые высвобождают капитал и создают сверхприбыли в основном в сфере производства и услуг, связанных с информационными технологиями, встаёт вопрос, каким образом применять цифровые инструменты, чтобы достичь баланса отраслевого развития, столь важного для роста экономики в интересах людей. Российские и белорусские учёные дают решение этих задач – практическое и инструментальное, т. е. отвечают на вопросы, что делать (перезагружать экономику Союзного государства России и Беларуси (СГРБ) на научной базе) и как делать (использовать планирование и моделирование с помощью последних достижений информационных технологий, включая нейросети) для перехода к такому социально-экономическому укладу, который удовлетворяет потребности граждан СГРБ, улучшает качество их жизни, формирует предпосылки для культурного, нравственного, эмоционального развития.

Геополитические и экономические угрозы безопасности Союзного государства России и Беларуси (закат капитализма и цифровая диктатура)

Россия и Беларусь неразделимы ни экономически, ни культурно. Это доказал 30-летний опыт постсоветской истории двух стран, для которых взаимная выручка и активная поддержка всегда были основой дружбы и сотрудничества, а отличия в языке и культуре не стали препятствием или камнем преткновения. Двухсторонние выгодные контракты между производственными и перерабатывающими предприятиями способствовали укреплению экономических связей. В рамках СГРБ функционирует более 2500 производств; привлечено 4 млрд USD российских инвестиций в Беларусь и более 600 млн USD белорусских инвестиций в Россию; осуществляются льготные поставки углеводородов; в 2022 г. товарооборот составил 43,4 млрд USD [3].

Добрые союзные отношения стали фундаментом для принимаемых решений в вопросе охраны территорий и границ от внешнего воздействия в условиях политической дестабилизации со стороны Европейского союза (ЕС) и специальной военной операции. Непростая ситуация сложилась на западном векторе, откуда исходят опасные вызовы и угрозы (военные действия, санкции, информационная война), побуждающие СГРБ к укреплению военно-политической интеграции [4]. Создавшееся положение можно считать следствием очередного глубокого экономического кризиса, каждый из которых заканчивается войной [5]. На противостояние внешним угрозам расходуются колоссальные ресурсы, что негативно сказывается на состоянии экономики и внутренней стабильности СГРБ. Кроме трудностей в экономической сфере гибридная война несёт разрушительные снаряды в сторону духовных основ и национальных культур. Ядром этих снарядов служит навязывание антигуманных, безнравственных ценностей и смыслов через литературу, кино, музыку, изобразительное искусство, моду, образ жизни и модели поведения.

Вследствие обозначенных выше причин подвержены замедлению и интеграционные процессы в СГРБ, призванные усилить экономические, политические и геополитические позиции России и Беларуси в мире. Стоит отметить, что место и роль этих двух стран отошли на задний план на фоне противостояния двух держав – Китая и США – и ослабления ЕС как третьего крупного участника мировых экономических и политических процессов. Возможно, задачами СГРБ станут препятствование появлению двуполярного или даже однополярного мира, создание истинно демократической модели мироустройства, где ценность человеческой жизни, научное, творческое и эмоциональное развитие человека возведены в ранг приоритетов. Сейчас же в обеих странах отмечаются углубление экономического и политического кризиса, эскалация информационных и торговых войн, снижение производственных показателей в нескольких секторах экономики, падение уровня потребления и инвестиционной активности, сокращение реальных доходов населения, непреодолимая ориентация культурной среды на западные ценности, незавершённая интеграционная модель, а также обострение военного конфликта на западных границах [6, 7].

Помимо геополитических и экономических угроз СГРБ обнаруживает себя лицом к лицу с новым вызовом – цифровой трансформацией экономики и власти, что ведёт к тотальному контролю за населением, программированию его хозяйственной деятельности, получению сверхприбылей от слияний финансовой сферы с IT-сектором, участию большого бизнеса в принятии решений государственной важности.

Фактическая монополизация социальных сетей несколькими владельцами IT-корпораций, образование национальных и наднациональных государственных и негосударственных мозговых центров по выработке идеологии и принятию решений, развитие информационно-психологических технологий в условиях капиталистического способа производства объективно создали так называемый новый способ управления экономикой – воздействие на сознание, приоритеты и поведение как больших контингентов населения, так и организованных сообществ. В основе такого влияния лежит идеология глобализма [8]. Достижения европейской цивилизации после Великой французской революции, а именно демократия, народовластие, свобода, братство и равенство, были вывернуты наизнанку и превращены в борьбу за интересы агрессивных меньшинств – ЛГБТ, BLM (Black Lives Matter) и других различных движений. СМИ, социальные интернет-технологии стали эффективным инструментом управляемого распространения информации среди людей, привыкших доверять чужому авторитетному мнению.

Населению планеты предложена новая модель устройства жизни – «Новый мировой порядок», предполагающий гегемонию США и Китая. Китай в этой модели способен диктовать свои правила игры, далёкие от коммунистического идеала: около трети мирового экономического роста в 2023 г. приходится на долю Китая [9]. Кроме того, эта страна задаёт мировой темп по цифровой экономике [10], а местные университеты занимают первые места в международных рейтингах [11].

Не последнюю роль в развитии Китая играет цифровая трансформация, представляющая собой ускоренные вычисления и мгновенный документооборот. Сокращение времени на такие операции высвобождает оборотный капитал, который может быть направлен на инвестиции, в том числе в реальный сектор. Кроме того, подобная трансформация – это автоматизация регулирования жизни каждого члена общества, что далеко от демократии, справедливости, равенства, братства и народовластия. Наблюдаемые процессы, рождающиеся в противоборстве США и Китая за мировое экономическое господство, можно назвать началом цифровой диктатуры, противоядие от которой кроется в альтернативном способе управления экономикой, о чём речь пойдёт ниже.

Компоненты цифровой диктатуры:

- система цифрового контроля за действиями граждан;
- единый реестр персональных данных;
- единое сетевое пространство;
- система социального рейтинга [12].

Таким образом, в результате тотального контроля достигается конечная цель всего мероприятия под названием «цифровое управление государством» – перераспределение имеющихся в настоящее время доходов и их источников между основными игроками на глобальном рынке, которые концентрируют и укрупняют свой капитал. Однако для развитых и развивающихся стран это влечёт последствия в виде череды кризисов, локальных и международных военных конфликтов.

Реакция на кризис со стороны властей развитых и развивающихся стран крайне примитивная – активное внедрение программ, направленных на искусственное сдерживание индустриального развития мировой экономики, в то время как именно индустрия считается базовой цивилизационной технологической платформой всего современного человечества [8].

В данных условиях наилучшее решение для СГРБ – формирование собственного полюса экономического и политического взаимодействия. Одной из главных целей СГРБ указывается создание полноценного единого экономического пространства – с унификацией систем налогообложения и ценообразования, а также с единой валютой [13]. Однако прямо здесь и сейчас это не представляется возможным в силу отсутствия у обеих стран общего эффективного инструмента управления экономикой – её планирования и моделирования. Опыт западных стран или Китая не может служить образцом. В России и Беларуси есть свой инструмент для управления экономикой – созданная на базе кибернетического планирования динамическая модель межотраслевого-межсекторного баланса, которая не является спонтанным изобретением или стартапом, а имеет свою историю и научную основу [14].

Исторический и ресурсный потенциал Союзного государства России и Беларуси для создания уникального опыта управления экономикой

Ни один свободный и здравомыслящий человек не примет цифровую диктатуру как вариант будущего для себя и своих детей. Это доказывают регулярные протестные выступления антиглобалистов и локальные акции противников цифровизации в период пандемии COVID-19.

Альтернатива погружению в предлагаемую цифровую диктатуру существует. То государство, которое солидарным

решением поставит задачу улучшения жизни людей, используя последние достижения научно-технического прогресса, сориентировав его на служение людям, а не для тотального контроля и управления их поведением, получит технологическое лидерство, экономический рост и станет проводником свободы и счастья для каждого члена общества.

Такая цель – улучшение жизни людей – стояла перед СССР, где для её достижения был создан инструмент эффективного управления экономикой с помощью кибернетики – динамическая модель межотраслевого-межсекторного баланса Н.И. Ведуты [15].

В 1958 г. в лаборатории экономико-математических исследований АН СССР под руководством экономиста В.С. Немчинова началась разработка эконометрических моделей межотраслевого баланса для анализа и прогнозирования различных сценариев экономического развития исходя из сложившихся тенденций и имеющихся показателей [16]. Однако не предполагался учёт обратной связи от хозяйствующих субъектов. Такого типа модели используются сегодня Институтом народно-хозяйственного прогнозирования РАН, Всемирным банком, аналитическими центрами западных и восточных стран для прогнозных показателей экономического развития.

Одновременно другая группа учёных, в состав которой входили Г.М. Кржижановский и С.Г. Струмилин, занялась не прогнозированием, а разработкой систем управления экономическими процессами на базе живого планирования, представляющего собой множество шагов по согласованию объёмов и содержания государственных заказов (что и сколько нужно произвести) с объёмами материальных, трудовых и финансовых ресурсов на всех звеньях системы управления общественным производством (что и сколько можем произвести). В результате достигался баланс, при котором выполнение заказов обеспечивалось всеми видами ресурсов. Заказы формировались таким образом, чтобы создать условия для приоритетного развития ключевых отраслей экономики. В алгоритм расчётов включалась корректировка заказов с учётом реальных возможностей производителей для их выполнения. Последовательные расчёты плана продолжались до тех пор, пока не достигался баланс «затраты – выпуск», благодаря которому наблюдался пропорциональный экономический рост. Соответственно, сбалансированный план развития экономики страны служил основой для распределения производственных инвестиций между отраслями. Как только менялась ситуация, происходила корректировка плана по принципу скользящего (онлайн) планирования. Такой метод продемонстрировал свою эффективность во время Великой Отечественной войны и стал одним из ключевых факторов победы [1].

После Г.М. Кржижановского и С.Г. Струмилина методы живого планирования продолжил развивать белорусский учёный-кибернетик Н.И. Ведута. Немаловажную часть его научных изысканий составляла стратегия всестороннего развития личности. Учитывая необходимость формирования нового человека, Н.И. Ведута использовал принцип экономической кибернетики для создания единственной цифровой технологии, конструирующей будущее, а не прогнозирующей и не программирующей его. В научной концепции белорусского исследователя система управления общественным производством функционирует как живой организм. Автоматизация основана на органичном планировании экономики для повышения эффективности управленческих решений.

В конце 70-х – начале 80-х годов XX в. партийное руководство СССР отказалось от стратегии построения коммунизма и истинной демократии (власти народа), поэтому не смогло внедрить разработанную Н.И. Ведутой кибернетическую модель, нацеленную на общественный прогресс и конструирование будущего, в котором моральные, нравственные, человеческие ценности играли ключевую роль [17].

Научный и творческий путь белорусского учёного-кибернетика продолжает его дочь – Е.Н. Ведута, команда которой занимается созданием прототипа динамической модели межотраслевого-межсекторного баланса (Киберплан) для моделирования социально-экономического развития России с заранее заданными целями по улучшению жизни людей [18].

Киберпланирование для перехода к посткапиталистической экономике биосферного цивилизационного развития Союзного государства России и Беларуси

Укрепление и развитие СГРБ означает создание единого экономического пространства, где управление может осуществляться инновационным кибернетическим способом, при котором урегулирование экономических и социальных проблем происходит сначала на основе расчётов согласно динамической модели межотраслевого-межсекторного баланса, а затем переносится в реальность в виде принятия решений по производственным инвестициям.

Для управления любой системой нужно иметь чёткое понимание того, какие существуют потребности у субъекта и каковы количество и качество ресурсов для их удовлетворения. Задача планирования и состоит в том, чтобы определить эти величины; разработать пошаговый план возмещения и улучшения недостающих или некачественных ресурсов с помощью уже имеющихся или сторонних; просчитать последствия и результаты производства нужной продукции в среднесрочной и долгосрочной перспективе; принять решение, какие инвестиции и куда направить, какова будет отдача от них и в какие сроки, как повлияют внешние и внутренние факторы на план. В ручном режиме и в рамках сугубо математической логики сделать это невозможно. Здесь помогают алгоритмы поведения экономических субъектов и информационные технологии. Посредством IT осуществляется сбор массива достаточных и необходимых данных, проводятся сверхскоростные расчёты по заранее заданным алгоритмам, многократный пересчёт величин для достижения баланса «затраты – выпуск».

Урегулирование многих экономических проблем (инфляция, кризис перепроизводства, падение покупательского спроса, снижение производительности труда, безработица, бедность и др.) лежит в плоскости расчётов согласно модели. Однако самое важное направление, в котором может быть использован Киберплан, – планирование и прогнозирование появления и внедрения производственных технологий и инноваций. Если сейчас на внутренних рынках высока роль лоббизма и промышленного протекционизма (в частности, в вопросе замены некоторых видов топлива на альтернативные, в сфере фармакологии и др.), то при внедрении Киберплана заказы на новые технологические решения с заданными параметрами становятся результатом плановых расчётов. Это бескомпромиссно приводит к росту производительности труда, технологическому превосходству, увеличению размеров общественного производства, технологическому и экономическому суверенитету.

Примером для разворачивания цепочки технологического превосходства могут стать Струнные технологии Юницкого (ЮСТ) [19]. Транспорт – важная отрасль экономики, состоящая в живой кибернетической связи со всеми остальными производственными и непроизводственными отраслями, обеспечивающая жизнедеятельность человека, а также влияющая на все виды капитала и на экономическую систему в целом.

ЮСТ решает сразу ряд глобальных проблем, с которыми сталкивается человечество:

- загрязнение окружающей среды, в том числе шумовое;
- высокая стоимость строительства автомобильных дорог;
- дорогая транспортировка продукции;
- недостаточная транспортная доступность и связанность регионов, особенно территорий с экстремальными погодными условиями и природными особенностями [20].

Рельсо-струнная транспортная эстакада ЮСТ устойчива к низким и высоким температурам, снежным заносам, сходу селей и снежных лавин, разливам рек, землетрясениям, штормовому ветру, цунами [21]. Обладая максимальной производительностью перевозок, струнный транспорт затрачивает небольшое количество электроэнергии и может быть построен на любой поверхности грунта – от дна моря до пустыни. Благодаря реализации ЮСТ сохранятся почвы, которые можно использовать под сельскохозяйственные, лесные, полевые и ландшафтные нужды; снизятся выбросы парниковых газов; сократится потребление нефтепродуктов. Однако с разворачиванием транспортной сети ЮСТ не торопятся ни в России, ни в Беларуси.

Ответы на вопрос, почему в СГРБ новейшая технология стоит на фазе функционирования экспериментальных образцов, связаны в первую очередь со сложностями в виде административных барьеров, а также с устоявшимися за десятилетия подходами к классическому пониманию традиционного транспорта, недостаточным уровнем инновационной восприимчивости, отсутствием в социально-экономической политике СГРБ цели улучшить жизнь людей и невозможностью произвести соответствующие расчёты для определения размеров инвестиций в данный проект, ресурсной составляющей промышленности и долгосрочной отдачи от его реализации. Прогнозные модели, используемые для принятия решения в обеих странах, оперируют показателями системы национальных счетов, которая является ложной по сути и не отражает действительности. Киберплан, напротив, способен производить такие расчёты. Для этого ему достаточно иметь данные налоговой службы и оперировать информацией, отображённой в счетах-фактурах, товарно-транспортных накладных, штатных расписаниях и др. В идеале должна быть создана единая система отчётности для цифрового двойника каждого продукта и производственного процесса, что обеспечит полноту и достаточность информации для расчётов согласно модели.

Киберплан открывает широкий путь для суверенных наукоёмких, высокотехнологичных, экологичных отраслей, характеризующихся минимальным воздействием на окружающую среду, эффективным использованием

природных ресурсов и их экономией. Таким образом, Киберплан становится проводником для принятия решений о замене:

• традиционных городов и грядущих агломераций на линейные экологически чистые и комфортные для проживания населённые пункты;

• дорогих и малоэффективных водоочистных и мусоросжигающих технологий на недорогие, природные (биосферные);

• углеводородных источников энергии на реликтовую солнечную биоэнергетику;

• традиционного сельского хозяйства, широко применяющего тяжёлую химию для обработки почв и растений, на биосферное сельское хозяйство, основанное на массовом производстве и использовании живого гумуса, который получен из бурого угля и сланцев.

С помощью Киберплана можно просчитать проект по выводу всей земной промышленности в космос с помощью общепланетарного транспортного средства (ОТС), разработанного А.Э. Юницким [22]. Значит, через точное число лет сбудутся мечты человечества сделать Землю чистым зелёным домом для счастливой жизни людей.

Заключение

Сегодня Россия и Беларусь представляются наиболее последовательными и искренними союзниками. Взаимодействие обеих стран на базе глубоких ментальных, исторических, духовных, культурных, хозяйственных ориентиров является твёрдой основой для создания единого экономического пространства с кибернетическим планированием как инструментом управления экономикой.

В построении социально-экономической базы Россия и Беларусь продвинулись хоть и медленно, но весьма успешно, а события 2022 г. предопределили дальнейшее ускорение развития в этом направлении [23].

Придерживаясь общей цели, при условии смены модели управления экономикой, СГРБ испытает на себе настоящую перезагрузку, в ядро которой будут заложены технологии, способствующие улучшению жизни граждан с экономической, социальной, экологической, морально-нравственной, культурной и ценностной точек зрения. При внедрении кибернетического планирования СГРБ внесёт огромный вклад в мировую историю – сдержит её стремление к двуполярности, предотвратит её предполагаемый конец, поставит человека с его потребностями и разносторонним развитием в центр прогрессивной идеологии, послужит примером для восстановления мира и справедливости на всей планете, вернёт ей здоровье и создаст все условия для процветания.

Список основных источников

1. *Ведута, Е.Н. Хватит болтать об экономике! Киберпланирование – единственный выход [Электронный ресурс] / Е.Н. Ведута. – Режим доступа: https://regnum.ru/article/3234450. – Дата доступа: 31.08.2023.*
2. *Потехин, Н.А. О новой общественно-экономической формации – инновационном способе воспроизводства [Электронный ресурс] / Н.А. Потехин. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/o-novoy-obschestvenno-ekonomicheskoy-formatsii-innovatsionnom-sposobe-vosproizvodstva/viewer. – Дата доступа: 31.08.2023.*
3. *Межгосударственные отношения РФ и Белоруссии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ria.ru/20230723/diplomatiya-1885539796.html. – Дата доступа: 01.08.2023.*
4. *Бахлова, О.В. Возможности и угрозы для интеграционного взаимодействия Беларуси и России в рамках Союзного государства: стратегический ситуационный анализ, часть 2 [Электронный ресурс] / О.В. Бахлова, И.В. Бахлов. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-ugrozy-dlya-integratsionnogo-vzaimodeystviya-belarusi-i-rossii-v-ramkah-soyuznogo-gosudarstva-strategicheskiy. – Дата доступа: 17.07.2023.*
5. *Шмакова, Е. Экономист Ведута: Кризис в России может привести к мировой войне [Электронный ресурс] / Е. Шмакова. – Режим доступа: https://www.osnmedia.ru/ekonomika/ekonomist-veduta-krizis-v-rossii-mozhet-privesti-k-mirovoj-vojne/. – Дата доступа: 17.07.2023.*
6. *Russia Manufacturing PMI [Electronic resource]. – Mode of access: https://tradingeconomics.com/russia/manufacturing-pmi. – Date of access: 11.07.2023.*
7. *Наривончик, Д. Белорусская экономика: замедление ВПП и экспортные потери [Электронный ресурс] / Д. Наривончик. – Режим доступа: https://neg.by/novosti/otkrytj/belorusskaya-ekonomika-zamedlenie-vpp-i-eksportnye-poteri/. – Дата доступа: 11.07.2023.*
8. *Волконский, В.А. «Конец капитализма» и структуры власти: экономика и политика / В.А. Волконский // Экономическая наука современной России. – 2022. – № 2 (97). – С. 22–37.*
9. *Юшкявичюте, А. Глава МВФ сообщила, что треть мирового экономического роста в 2023 году придётся на Китай [Электронный ресурс] / А. Юшкявичюте. – Режим доступа: https://www.gazeta.ru/business/news/2023/03/26/20061295.shtml. – Дата доступа: 31.08.2023.*
10. *Петрова, В. Цифровая двадцатка [Электронный ресурс] / В. Петрова. – Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/5774262. – Дата доступа: 31.08.2023.*
11. *World University Rankings 2023 [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2023/world-ranking. – Date of access: 31.08.2023.*
12. *Волков, С.Ю. Формирование цифровой диктатуры как актуальная общественно-политическая проблема [Электронный ресурс] / С.Ю. Волков, А.С. Кондратьев. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-tsifrovoy-diktatury-kak-aktualnaya-obschestvenno-politicheskaya-problema. – Дата доступа: 11.07.2023.*
13. *Красимова, Е. Развитие Союзного государства Беларуси и России в условиях геополитических трансформаций / Е. Красимова // Беларуская думка. – 2021. – № 5. – С. 57–64.*
14. *Ведута, Е.Н. Экономическая наука и экономико-математическое моделирование [Электронный ресурс] / Е.Н. Ведута, Т.Н. Джакубова. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-nauka-i-ekonomiko-matematicheskoe-modelirovanie. – Дата доступа: 31.08.2023.*
15. *Ведута, Н.И. Социально эффективная экономика / Н.И. Ведута. – М.: РЭА, 1999. – 254 с.*
16. *Балакин, В.С. Из истории научных идей: академик В.С. Немчинов и проблема применения математических методов в экономических исследованиях и планировании [Электронный ресурс] / В.С. Балакин, Л.П. Балакина, Н.П. Палецких. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/iz-istorii-nauchnyh-idey-akademik-v-s-nemchinov-i-problema-primeneniya-matematicheskih-metodov-v-ekonomicheskih-issledovaniyah-i. – Дата доступа: 11.07.2023.*
17. *Ведута, Е.Н. Цифровая диктатура или цифровая демократия? / Е.Н. Ведута, А.Ю. Потеряйко // Актуальные вопросы экономики, управления и права: сб. науч. тр. (ежегодник). – 2020. – № 4. – С. 4–34.*
18. *Ведута, Е.Н. Межотраслевой-межсекторный баланс: механизм стратегического планирования экономики / Е.Н. Ведута. – М.: Академ. проект, 2016. – 239 с.*
19. *Юницкий, А.Э. Союзное государство России и Беларуси как центр перезагрузки нового мира на биосферный путь цивилизационного развития / А.Э. Юницкий // Информация и инновации. – 2022. – Т. 17, № 4. – С. 17–33.*
20. *Юницкий, А.Э. Экологические аспекты струнного транспорта / А.Э. Юницкий, М.И. Цырлин // Инновационный транспорт. – 2020. – № 2. – С. 7–9.*
21. *Заключение о целесообразности использования транспортно-инфраструктурных решений Unitsky String Technologies в условиях устойчивого развития Арктической зоны Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unitsky.engineer/author/2023/zakluchenie_arkticheskaya_akademia_nauk_ust?lang=ru. – Дата доступа: 14.07.2023.*
22. *Струнные транспортные системы на Земле и в космосе // Комсомольская правда в Белоруссии. – 2019. – 17 апр. – С. 28.*
23. *Карпович, О.Г. Союзное государство: итоги и перспективы [Электронный ресурс] / О.Г. Карпович. – Режим доступа: https://oborona.ru/product/karpovich-oleg/soyuznoe-gosudarstvo-itogi-i-perspektivy-44190.shtml. – Дата доступа: 14.07.2023.*

УДК 316.776.2

Межкультурные коммуникации в рамках программы «ЭкоМир» и её космического вектора – программы uSpace

Д.А. Волынец

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Беларусь

Проанализированы публикации российских и других зарубежных экспертов в области межкультурных коммуникаций. Выделены самые распространённые факторы, препятствующие межнациональному общению, отобраны проверенные на практике способы организации эффективного диалога и предложены решения, которые могут быть использованы при реализации программы «ЭкоМир». Новизна настоящего исследования заключается в том, что ранее не поднимались вопросы изучения и построения межкультурных коммуникаций в рамках данной программы и её космического вектора – программы uSpace.

Ключевые слова:
геокосмическая программа uSpace, межкультурная компетентность, межкультурное обучение, межкультурные коммуникации, межкультурный диалог, межкультурный тренинг, общепланетарное транспортное средство (ОТС), программа «ЭкоМир».

UDC 316.776.2

Intercultural Communications Within the Framework of the EcoSpace Program and Its Cosmic Vector – the uSpace Program

D. Valynets

Unitsky String Technologies Inc.,
Minsk, Belarus

There is an analysis of publications by Russian and other foreign experts in the field of intercultural communications. The author highlighted the most common factors that hinder interethnic communication and selected field-proven methods of effective dialogue organization, as well as proposed the solutions that can be used during the implementation of the EcoSpace program. The novelty of the present study is provided by the fact that issues of building intercultural communications within this program and its space vector, namely the uSpace program, have not been raised before.

Keywords:
EcoSpace program, General Planetary Vehicle (GPV), intercultural communications, intercultural competence, intercultural dialogue, intercultural education, intercultural training, uSpace geocosmic program.

Введение

Сегодня мы находимся на пороге массовой технологической революции, а значит, у человечества есть шанс выйти на новый этап развития [1]. В то же время технологический прогресс привёл к тому, что техносфера стала занимать место биосферы. Если сейчас мы не начнём предпринимать какие-либо действия по преодолению сложившейся глобальной проблемы, то придём к точке невозврата уже через два-три поколения. Это отмечает в своих исследованиях доктор философии транспорта А.Э. Юницкий [2]. Предлагаемое им решение по спасению человеческой цивилизации – использование ресурсов космоса и вынос за пределы Земли вредной индустрии, что позволит сохранить природу нашей планеты и вывести производственное развитие на новый уровень благодаря преимуществам околоземного пространства.

Космический вектор программы «ЭкоМир» представлен глобальной программой uSpace, ключевой концепцией которой является идея А.Э. Юницкого – общепланетарное транспортное средство (ОТС), осуществляющее доставку грузов и пассажиров на орбиту и обратно. В отличие от ракет ОТС работает на электричестве, что делает такой вид транспорта безопасным для экологии.

А.Э. Юницкий отмечает: ОТС – мировой проект, в реализации которого должно быть задействовано всё человечество, а территория расположения стартовой эстакады предполагает неотъемлемое участие стран, находящихся на экваторе [3]. Геокосмическая программа uSpace предусматривает консолидацию и цивилизационный патриотизм в общепланетарном масштабе [4].

В работе над таким глобальным проектом требуется максимальная сплочённость государств. Начать объединение следует с создания команд, состоящих из представителей разных культур и национальностей. Специалисты должны уметь эффективно взаимодействовать, несмотря на всевозможные различия. Поэтому стоит уделить должное внимание формированию навыков межкультурных коммуникаций у членов таких команд.

По предварительным планам первый этап программы uSpace, предполагающий строительство эстакады ОТС, должен завершиться к середине XXI в. [4]. Чем раньше начнётся изучение межкультурной коммуникации и способов успешного её построения, тем проще будет налаживать работу представителей разных государств, участвующих в проекте.

Сегодня межкультурные коммуникации являются основой любой международной организации или бизнеса. Спрос на знания в данной сфере растёт, а специалисты, обладающие мастерством межнационального общения, всё более нужны в настоящее время. Так, по прогнозам экспертов, межкультурный медиатор (менеджер) – одна из самых востребованных профессий в будущем [5]. Современные транснациональные компании понимают важность развития таких компетенций у персонала, поэтому задействованные в международных проектах сотрудники проходят специальное обучение, направленное на расширение знаний о других культурах, развитие определённых поведенческих навыков, гибкости и толерантности к отличающемуся поведению партнёров.

Вышеперечисленные аспекты подтверждают необходимость и актуальность исследования в области межкультурных коммуникаций. Автором данной статьи проанализированы публикации российских и других зарубежных экспертов, выделены факторы, препятствующие межнациональному общению. Для построения эффективных коммуникаций предложены проверенные на практике способы, которые могут быть использованы в рамках работы над программой uSpace.

Понятие межкультурной коммуникации

Межкультурная коммуникация подразумевает под собой разнообразные формы общения между отдельными индивидами, группами, государствами, относящимися к различным культурам. Поскольку участниками программы uSpace являются представители разных стран и народов, взаимодействие между членами команд следует считать межкультурным.

Кроме термина «межкультурная коммуникация» существуют и другие понятия, отражающие соответствующее значение в специализированной литературе: «кросс-культурная коммуникация», «межэтническая коммуникация», «межрасовая коммуникация», «трансрассовая коммуникация», «мультикультурная коммуникация», а также «межкультурный диалог» или «кросс-культурный диалог» [6].

Главная функция любых грамотно построенных коммуникаций – обеспечение эффективной деятельности. Плохо налаженный контакт, наоборот, затрудняет достижение результата. Чем выше уровень взаимного понимания между получателем и объектом передачи информации, тем более результативным станет диалог. Это же можно отнести и к межнациональному общению.

Проблема межкультурной коммуникации состоит в том, что расшифровка получателем поступивших данных зависит от специфики культуры, к которой он принадлежит. Представители разных народов по-своему понимают полученную информацию, ведь они изначально имеют особенности в коммуникационных подходах, ценностях и традициях. Затрудняют расшифровку и неодинаковое восприятие реальности, этноцентризм, стереотипы, а также языковые и смысловые недочёты, неизбежные во время общения представителей разных этносов.

Вышеуказанные факторы могут привести к межкультурным конфликтам. Следовательно, предварительная проработка таких моментов значительно повышает степень взаимопонимания в коммуникационных процессах. Это достижимо с помощью приобретения знаний о других народах и развития межкультурной чувствительности, которая включает в себя эмпатию, толерантность и гибкость.

Факторы, влияющие на межкультурные коммуникации

Изучение опыта международных компаний, анализ ошибок и барьеров, с которыми они сталкиваются при попытке организовать эффективное взаимодействие внутри мультинациональной команды, поможет предупредить негативные моменты в налаживании деловых контактов между членами программы uSpace. Как показывает практика, даже общий язык не является гарантией беспрепятственного межкультурного диалога. Обычно подобные коммуникации сопровождаются определёнными трудностями, поскольку на процессы такого общения кроме уровня владения языком влияют многочисленные факторы: культурные, поведенческие, психологические.

Можно отметить следующие моменты, препятствующие взаимодействию между представителями разных народов:

- различия в ценностях и приоритетах. Чем больше расстояние между системами этнических ценностей, тем вероятнее, что эти аспекты вызовут негативные эмоции, особенно когда межкультурные встречи неоднозначны и непредсказуемы;
- стереотипы. В исторической памяти любого народа складываются определённые стереотипы о чужестранцах, что мешает мировосприятию и пониманию иных культур, искажает информацию о той или иной социокультурной группе;
- разное отношение ко времени. В зависимости от этого фактора исследователи разделяют культуры на монохромные, полихромные и реактивные [7].

Представители монохромных культур пунктуальны, точны и последовательны. Во время коммуникаций следуют определённой логике и предварительному плану, сдержанны в эмоциях. Ориентируются преимущественно на краткосрочные отношения с другими людьми.

Представители полихромных культур могут заниматься несколькими делами одновременно, легко меняют планы, цели и задачи. Эмоционально активны и открыты, редко прибегают к паузам и могут перебивать партнёров.

Представители реактивных культур ориентируются на меняющиеся обстоятельства, и их поведение является реакцией на эти изменения. В процессе коммуникации эмоционально закрыты и делают частые паузы, чтобы дать возможность партнёру высказаться. Для них важны выстроенные межличностные контакты;

- разное отношение к конфликтам. Данный фактор может значительно отличаться в зависимости от культуры. Например, представители коллективистских культур не склонны открыто выражать недовольство и избегают прямого столкновения. Конфликты для них – негативное и непродуктивное явление, особенно если другая сторона ведёт себя агрессивно. Конфликт здесь допустим только в случае, когда будет сохранено достоинство всех участников переговоров и учтены интересы каждого партнёра [8].

Представители индивидуалистских культур приветствуют конфликты, если обе стороны готовы решать проблемы честно и открыто, что даёт больше возможностей выйти из тупика здесь и сейчас;

- различия в вербальных и невербальных коммуникациях. Каждый этнос имеет присущие только ему средства коммуникации. Процесс понимания иностранной культуры представляет собой умение расшифровать чужие коды и преобразовать их в свои. Невербальные средства используются для выражения чувств, замены слов действиями и подчёркивания социокультурного статуса. Изучение таких видов взаимодействия поможет открыть ценности других народов, их нормы и установки [9];
- языковой барьер. Общение на языке, который не является родным для некоторых участников коммуникации, вызывает недопонимание. Ощущая своё несовершенное владение языком, человек часто заранее создаёт психологический блок, что негативно влияет на взаимодействие с партнёром;
- этноцентризм. Люди склонны оценивать поведение других через призму родной культуры, при этом чужие поведенческие привычки обычно воспринимаются как странные и непонятные. Этноцентризм считается одним из сложнейших психологических барьеров в межкультурных коммуникациях;

• разные способы выражения мысли. Представители восточных стран склонны смотреть на ситуацию в целом, для них реальность нечётка и полна противоречий: плохое и хорошее находится в гармонии. На переговорах они в первую очередь ориентируются на завязывание межличностных контактов [10]. Представители западных культур предпочитают определённость, однозначность и последовательность, а целью коммуникаций считают достижение конкретного и заранее продуманного результата.

Исходя из вышеперечисленного, для построения эффективных коммуникаций между участниками программы uSpace ещё на этапах планирования совместной деятельности следует обозначить потенциальные проблемы, которые могут возникнуть из-за национальных особенностей и разного мировосприятия. Предупредить такие моменты предлагается с помощью соответствующего обучения, направленного на приобретение знаний о других культурах, преодоление этноцентрических барьеров и стереотипов, развитие терпимости к поведению партнёров.

Кроме того, ещё на начальных этапах формирования мультинациональной команды необходимо отдавать предпочтение тем специалистам, которые обладают гибким мышлением и открытостью к межкультурному взаимодействию, готовностью менять своё поведение и признавать влияние межкультурных различий на эффективность общения между индивидами.

Межкультурное обучение и межкультурная компетенция

Для установления эффективных межкультурных коммуникаций участникам программы uSpace следует пройти соответствующее обучение, которое поможет приобщиться к чужим этническим ценностям и традициям, адаптировать поведение, развить умение идти на компромисс и вести диалог [11].

Результатом такой подготовки станет достижение межкультурной компетенции – приобретение комплекса поведенческих, ментальных и эмоциональных навыков, способствующих пониманию других народов и установлению продуктивного диалога с их представителями.

Межкультурная компетентность формирует у индивидов особое самосознание, которое позволяет находить различия и общие моменты своей и чужой культуры, подвергать их критическому осмыслению и без сильных потрясений встраивать в собственную картину мира. Сюда же входит и умение предотвращать конфликты, а также эмпатия, толерантность и эмоциональная устойчивость.

Межкультурные коммуникации в транснациональных компаниях

Проведение исследований межкультурных коммуникаций в транснациональных компаниях показывает, что результативному общению между сотрудниками способствует наличие единого корпоративного языка, а также личные встречи, прохождение тренингов и другие факторы [12]:

• корпоративный язык. В большинстве международных компаний английский язык выступает в роли общего инструмента коммуникации между сотрудниками, на котором составлены словари специализированной лексики организации, шаблоны документов, писем и инструкций. Такой подход значительно упрощает рабочий процесс;

• локализация коммуникации. В некоторых странах именно личное общение помогает решить тот или иной вопрос, а в других – результативнее проводить переговоры посредством интернета. Именно поэтому некоторые компании формируют сеть локальных коммуникаторов, адаптирующих корпоративные сообщения к местному контексту;

• знание языков партнёров. Даже базовые языковые навыки часто становятся ключом к гибкости и культурному пониманию;

• личные встречи. Кроме общения через электронную почту, мессенджеры и видеоконференции в большинстве транснациональных компаний обязательны личные встречи. Иногда это единственный способ создать взаимное доверие, которое является предпосылкой успешного сотрудничества;

• межкультурные тренинги. В транснациональных компаниях огромное внимание уделяется развитию у сотрудников культурной осведомлённости, гибкости, адаптируемости и толерантности. Для этого организуются соответствующие тренинги, которые проводятся либо менеджерами компании, ответственными за мультинациональное общение, либо представителями агентств, специализирующихся на таких тренингах.

Вышеуказанные способы можно применять и для персонала, задействованного в реализации программы uSpace.

Рекомендуется выбрать единый язык, например английский. Подготовить на нём лексический словарь, содержащий определённые термины, такие как «ОТС», «ЭкоМир», «uSpace», «струнный транспорт» и др.; установить правило, предусматривающее обязательные встречи всех специалистов минимум раз в полгода (если члены команды находятся в разных странах). Одно из самых важных мероприятий – организация курсов иностранных языков, а также межкультурных тренингов.

Тренинги как способ межкультурного обучения

Существуют разнообразные способы обучения членов команды межкультурной компетентности. Одним из самых эффективных считается проведение специальных тренингов, которые избавляют индивидов от национальных предрассудков и готовят к незнакомому поведению партнёров [13]. Такие занятия предусматривают несколько этапов:

• тренинг культурного самосознания. Человек изучает свою культуру, её ценности и особенности. Этническая самоидентификация позволяет глубже проанализировать себя в рамках родной культуры, понять, какие национальные традиции определяют поведение. После прохождения данного этапа индивиду проще понимать, от чего он отталкивается в собственных суждениях о других странах;

• тренинг познания чужой культуры. Участники получают максимальную информацию о народах, с представителями которых им предстоит взаимодействовать: знакомятся с обычаями и традициями, этнической психологией, устройством государства, историей, географией и философией;

• тренинг формирования межкультурной эмпатии. Человек развивает свою эмпатию, учится ставить себя на место представителей другой культуры, а также объяснять поведение партнёров с точки зрения их этнической принадлежности;

• поведенческий тренинг. Направлен на выработку определённой модели поведения. Человек обучается практическим навыкам, которые сможет использовать для жизни в другой культуре, а также способам эффективной коммуникации с её представителями и мягкой трансформации конфликтов [14];

• ситуативный тренинг. Предполагает воспроизведение конкретных ситуаций, непосредственное взаимодействие с представителями другой культуры. На этом этапе успешно применяются на практике полученные на других тренингах знания и навыки, анализируются выстроенные коммуникации и проводится работа над ошибками.

Для участников геокосмической программы uSpace крайне важно пройти все этапы вышеуказанных тренингов, что поможет в дальнейшем налаживать результативное общение. Кроме того, предлагается добавить изучение истории, философии, ценностей программы «ЭкоМир» и её космического вектора – программы uSpace. Рекомендуется организация дополнительных занятий, направленных на развитие альтруизма и пацифизма, воспитание у участников осознанности, понимания значимости миссии и причастности к проекту, который приведёт к переменам общепланетарного масштаба.

Заключение

Программа инженера А.Э. Юницкого «ЭкоМир» и её космический вектор uSpace – глобальный проект, при реализации которого будут задействованы многочисленные страны и представители различных культур.

В данной работе рассмотрены межкультурные коммуникации и предложены способы развития навыков межнационального общения у членов команды uSpace. С этой целью предлагается проводить тренинги, направленные на адаптацию поведения, преодоление стереотипов и этноцентризма, а также на воспитание навыков эффективного диалога, приобретение умения идти на компромисс, знаний об иных культурах, их традициях и др. Кроме того, автором предложено проведение специального обучения, предполагающего более глубокое знакомство с программой «ЭкоМир», её историей, философией и ценностями, что поможет сформировать у участников осознание своей причастности к фундаментальному проекту, ощущение общекультурного и общечеловеческого единения для реализации глобальной цели.

Список основных источников

1. *Щедровицкий, П. Технооптимистическая версия Новой промышленной революции [Электронный ресурс] / П. Щедровицкий. – Режим доступа: https://shchedrovitskiy.com/technooptimisticheskaya-versiya-novoy-promyishlennoy-revolyutsii/. – Дата доступа: 03.08.2023.*
2. *Юницкий, А.Э. Цивилизационная ёмкость космического дома по имени Планета Земля [Электронный ресурс] / А.Э. Юницкий. – М.: Мир науки, 2022. – Режим доступа: https://izd-mn.com/PDF/08MNNPM22.pdf. – Дата доступа: 18.08.2023.*
3. *Юницкий, А.Э. Обоснование экономической и социально-политической эффективности программы SpaceWay для стран-участниц / А.Э. Юницкий, В.И. Лавриненко // Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы III междунар. науч.-техн. конф., Марьина Горка, 12 сент. 2020 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2021. – С. 138–151.*

4. *Программа «ЭкоМир»: безракетная индустриализация ближнего космоса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unitsky.engineer/assets/files/shares/2022/uSpace_program_2022.pdf. – Дата доступа: 18.08.2023.*
5. *Кросс-культурный менеджер: как наладить международный диалог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://trends.rbc.ru/trends/education/61b1fa299a7947495d2ab970. – Дата доступа: 07.08.2023.*
6. *Казарина, Л.А. Специфика кросс-культурных коммуникаций в международных проектах / Л.А. Казарина // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2020. – Т. 9, № 1 (30). – С. 139–142.*
7. *Hofstede, G. Cultures and Organizations: Software of the Mind / G. Hofstede, G.J. Hofstede, M. Minkov. – New York [et al.]: McGraw-Hill, 2010. – 576 p.*
8. *Browaeys, M.-J. Understanding Cross-Cultural Management / M.-J. Browaeys, R. Price. – 4th ed. – Harlow [et al.]: Pearson, 2019. – 513 p.*
9. *Тен, Ю.П. Направления преодоления кросс-культурных барьеров в управленской коммуникации / Ю.П. Тен // Вестник Поволжского института управления. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 63–70.*
10. *Василенко, И.А. Национальный стиль в зеркале политических переговоров [Электронный ресурс] / И.А. Василенко // Политические переговоры: учеб. пособие. – Режим доступа: http://politics.ellib.org.ua/pages-6683.html. – Дата доступа: 07.08.2023.*
11. *Басова, А.И. Межкультурная коммуникация. Стратегии и техники её достижения [Электронный ресурс] / А.И. Басова. – Режим доступа: https://clck.ru/35yFXU. – Дата доступа: 04.07.2023.*
12. *Vesala-Varttala, T. Challenges and Successes in Multicultural Corporate Communication [Electronic resource] / T. Vesala-Varttala, T. Varttala. – Mode of access: https://core.ac.uk/download/pdf/38126248.pdf. – Date of access: 28.08.2023.*
13. *Садохин, А.П. Метод тренинга в формировании межкультурной компетентности [Электронный ресурс] / А.П. Садохин. – Режим доступа: http://ifapcom.ru/files/Monitoring/sadohin_metod_training.pdf. – Дата доступа: 28.08.2023.*
14. *Лейбман, И.Я. Межкультурный тренинг: общая характеристика и примеры упражнений [Электронный ресурс] / И.Я. Лейбман, М.В. Корнилова // Технологии психологического сопровождения интеграции мигрантов в образовательной среде: учеб.-метод. пособие. – М.: МГППУ, 2013. – Режим доступа: http://pallas-crb.su/download/kabinet_psihologa/dlya_kolleg/tehnologii.pdf. – Дата доступа: 28.08.2023.*

Решение VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»

7–8 октября 2023 г. в г. Марьина Горка (Республика Беларусь) состоялась VI международная научно-техническая конференция «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты».

Программа мероприятия включала пленарное заседание, стенд-сессию, работу секций, дискуссии, а также выставочную экспозицию и демонстрацию инновационных космических, инфраструктурных, транспортно-логистических, энергетических и агробиотехнологий. Вниманию участников было представлено 34 доклада.

Конференция прошла в рамках провозглашённой ООН Всемирной недели космоса и стала знаковым международным событием в сфере индустриализации космоса. Цель мероприятия – обобщение результатов научно-исследовательских и научно-практических работ, осуществляемых в научных организациях, конструкторских бюро и инжиниринговых компаниях, а также выполняемых отдельными учёными и энтузиастами по следующим направлениям:

- решение глобальных биосферных проблем современности геокосмическими средствами;
- перспективы технологического освоения ближнего космоса в рамках программы uSpace под девизом «Земля – для жизни. Космос – для индустрии»;
- организация безопасных широкомасштабных грузопассажирских потоков по маршруту «Земля – Ближний космос – Земля» с целью развития космической индустрии в интересах земной цивилизации;
- особенности проектирования, поиск решений биологического и экологического характера для устойчивого функционирования земной биосферы, сохранения биоразнообразия на нашей планете и освоения труднодоступных территорий с неблагоприятными условиями для жизни человека;
- специфика социальной организации линейных городов uCity;
- особенности международных и межкультурных отношений и создания международных объединений для реализации геокосмической программы uSpace;
- проблемные аспекты использования социальных медиа при осуществлении программы uSpace и поиск эффективных решений;
- развитие технологии производства растительной продукции в рамках проекта «ЭкоКосмоДом» и на орбитальных станциях, предназначенных для длительного проживания человека в космосе;
- научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по созданию самонесущего геокосмического летательного аппарата – общепланетарного транспортного средства, его наземной и орбитальной инфраструктуры: транспортной, энергетической и информационной.

По итогам VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты» организационным комитетом и участниками принят ряд решений.

1. Дать высокую оценку научному и научно-техническому уровню представленных докладов.

2. Отметить общечеловеческую чрезвычайную значимость программы широкомасштабного освоения ближнего космоса и перезагрузки земной индустрии на биосферный вектор цивилизационного развития.

3. Подчеркнуть важность глобального геокосмического проекта по созданию общепланетарного транспортного средства как единственно возможного с инженерной точки зрения, следовательно, ключевого транспортно-логистического решения для индустриального освоения ближнего космоса.

4. Учитывая масштабность представленных на конференции работ, отметить первостепенное значение и очевидную актуальность развития сотрудничества между странами, международными организациями, ведущими мировыми компаниями, научно-исследовательскими учреждениями и университетами с целью осуществления геокосмической программы uSpace.

5. Подготовить резолюцию и обращение от имени участников конференции в Совместный комитет БРИКС по космическому сотрудничеству для изучения возможности практической реализации геокосмической программы индустриализации ближнего космоса uSpace странами – участницами БРИКС в логике «Земля – для жизни. Космос – для индустрии». Российско-белорусской стороне в обращении предложить стать международной площадкой для выработки дорожной карты по продвижению данной программы с целью комплексного решения практически всех глобальных цивилизационных проблем современности: инфраструктурных, ресурсных, энергетических, продовольственных, экологических, социально-экономических, демографических, экономико-политических, иных.

6. Для привлечения широкого круга исследователей, занимающихся проблематикой индустриального освоения ближнего космоса, регулярно участвовать в профильных международных мероприятиях, проводить презентации и представлять научные доклады о разработках и достижениях в рамках реализации программы uSpace.

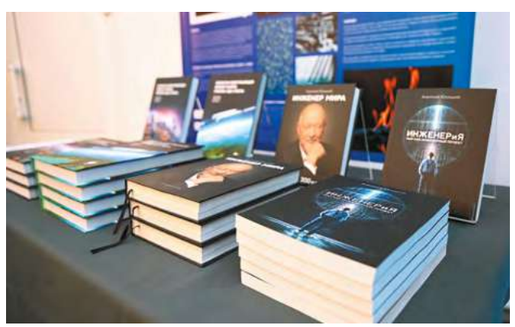
7. Изучить применимость и эффективность использования динамической модели межотраслевого-межсекторного баланса Н.И. Ведуты как одного из инструментов перезагрузки экономики Союзного государства России и Беларуси, а также мировой экономики.

8. Издать сборник материалов конференции. Обеспечить его представление в национальных и крупнейших профильных библиотеках мира, присутствие и продвижение в электронном формате на соответствующих научных порталах и площадках. Участникам, чьи работы будут опубликованы, оформить их в виде научных статей в соответствии с предъявляемыми требованиями.

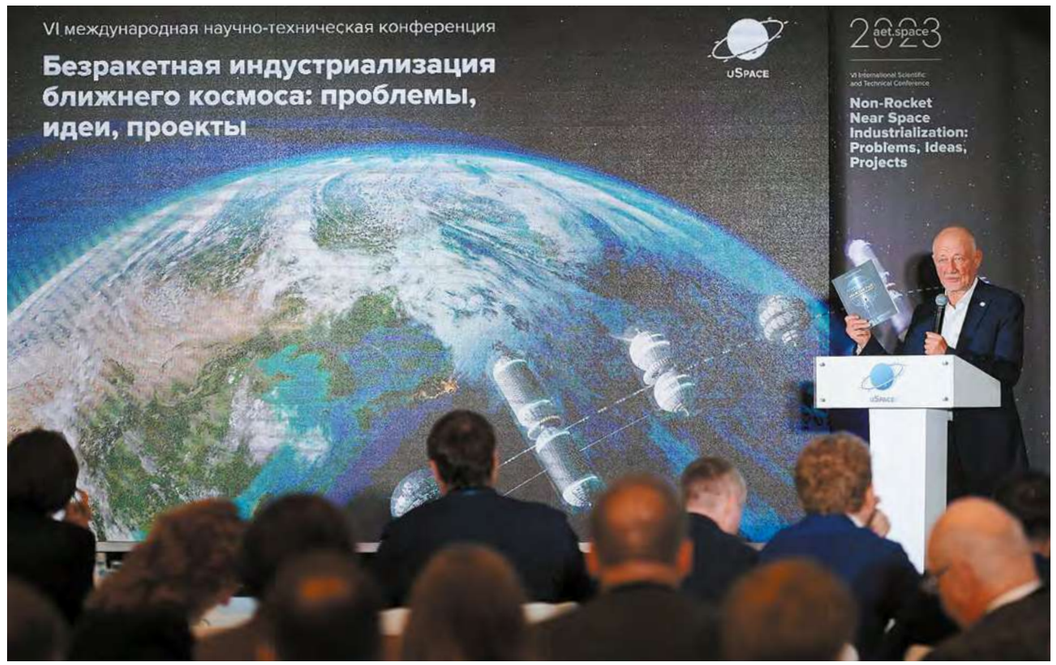
9. В целях выхода на новый уровень общественной известности и поддержки, использования самых эффективных путей продвижения и реализации программы индустриализации космоса uSpace провести в 2024 г. следующую конференцию под названием «VII Глобальная конференция по индустриализации ближнего космоса» – The 7th Global Conference on Near Space Industrialization (GCNSI 2024). Для этого подобрать наиболее подходящую международную площадку, пригласить к диалогу стратегических партнёров, заинтересованных в скорейшей индустриализации ближнего космоса, а также обеспечить участие ключевых международных организаций, ведущих научно-исследовательских центров, лидеров наций и глав государств.

Организационный комитет конференции выражает признательность всем участникам, докладчикам, гостям, а также финансирующим структурам и частным лицам, благодаря которым мероприятие состоялось: председателю совета директоров группы компаний Юницкого, основному инвестору геокосмической программы uSpace и настоящего научного форума – Анатолию Эдуардовичу Юницкому, организаторам конференции: ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии», Крестьянскому (фермерскому) хозяйству «Юницкого», предоставившему площадку и оказавшему широкое содействие в проведении конференции, предприятиям ООО «Универсальная мобильность», ООО «ЮВР» и ООО «СВ ПЛАНТ» за помощь в создании экспозиции, а также другим компаниям, принявшим участие в подготовке мероприятия.

Организационный комитет конференции
08.10.2023



Тоннельный транспорт
Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты
Non-Rocket Near Space Industrialization: Problems, Ideas, Projects


VI международная научно-техническая конференция
Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты
uSpace
2023
aet.space
VI International Scientific and Technical Conference
Non-Rocket Near Space Industrialization: Problems, Ideas, Projects

United Vehicle Robotics

Глоссарий: термины и определения

Аббревиатура **ЮСТ (uST)** выступает в качестве центрального бренда группы компаний Юницкого; объединяет в себе наименования технологии Струнного транспорта Юницкого (Unitsky String Technologies), головной инжиниринговой компании ЗАО «Струнные технологии» (Unitsky String Technologies Inc.) и транспортно-инфраструктурных комплексов ЮСТ (uST transport and infrastructure complex / Unitsky String Transport) как физического воплощения транспортно-инфраструктурных решений ЮСТ (uST transport and infrastructure solutions).

Активная система защиты (АСЗ) – генератор электростатического поля, при прохождении которого отрицательно заряженные обломки космического мусора создают в нём резонансные колебания.

Биологическое равновесие – сохранение в течение длительного времени динамической стабильности природных комплексов (биогеоценозов), т. е. относительный баланс устойчивости видового состава живых организмов, их численности и продуктивности.

Биоразнообразие – природное разнообразие жизни во всех её проявлениях, а также показатель сложности биологической системы, разнокачественности её живых компонентов. Биоразнообразие рассматривают на иерархических уровнях организации жизни, среди которых стоит выделить основные: молекулярно-генетический, организменно-видовой, биогеоценотический и биосферный.

Биотопливо – различные виды горючих продуктов, полученных из растительного сырья, главными преимуществами которых являются возобновляемость и аккумулирование солнечной энергии, поступающей на Землю.

Взлётно-посадочная эстакада общепланетарного транспортного средства (uWay) – взлётно-посадочный, энергетический и коммуникационный комплекс эстакадного типа для геокосмических перевозок, размещённый вдоль экватора и совмещённый с линейным экопоселением нового поколения.

Геокосмическая программа uSpace – программа безракетного освоения ближнего космоса с помощью общепланетарного транспортного средства (ОТС), реализация которой обеспечит сохранение земной биосферы путём выноса индустрии (техносферы) за пределы планеты Земля (за пределы земной биосферы).

Искусственная атмосфера – специально подобранная смесь газов, которая обеспечивает нормальное дыхание и газообмен у живых организмов, включая человека, находящихся в условиях замкнутой (закрытой) экосистемы; по качеству не уступает земной атмосфере. Газовая составляющая пространства ЭкоКосмоДома (ЭКД) – искусственная атмосфера.

Космическая солнечная электростанция (КСЭС) – орбитальная солнечная электростанция, использующая энергию Солнца; обеспечивает энергонезависимость и биосферную экологическую безопасность космического индустриального ожерелья «Орбита» (КИО «Орбита»).

Космический вектор индустриализации – глобальное перевооружение земной техносферы с целью устранения её антропогенного угнетающего воздействия на биосферу Земли за счёт перемещения экологически вредных, энерго- и ресурсоёмких отраслей и предприятий в космос на низкие околоземные орбиты. Космический вектор индустриализации также предполагает модернизацию части индустрии, оставленной на Земле и функционирующей в биосфере, на основе экоориентированных технологий.

Космическое индустриальное ожерелье «Орбита» (КИО «Орбита») (англ. – Industrial Space Necklace "Orbit" – ISN "Orbit") – обслуживающий земное человечество многоорбитальный транспортно-инфраструктурный и индустриально-жилой комплекс, охватывающий планету в плоскости экватора, являющийся функциональным аналогом земного экваториального линейного города (ЭЛГ), размещённым в космосе, а также плацдармом для защиты от космических угроз (в том числе метеоритных) и платформой для экспансии земной цивилизации в дальний космос.

Линейный город uCity – пешеходное городское поселение кластерного типа, поверхность земли в котором предназначена для людей, животных и зелёных насаждений; застройка жилых, административных, индустриальных и многофункциональных кластеров реализуется с использованием экоориентированных технологий EcoHouse; обеспечение электроэнергией и теплом осуществляется в соответствии с технологией uEnergy; снабжение продуктами питания взаимосвязано с технологией органического земледелия uGreen; транспортные, энергетические и информационные коммуникации размещены над землёй на втором уровне (эстакадное исполнение) согласно технологии ЮСТ. Линейные города uCity отличают отсутствие антропогенного угнетающего воздействия на биосферу Земли, высокая эффективность городского хозяйствования и его автономность, а также достойный уровень качества жизни и условий труда для каждого жителя.

Общепланетарное транспортное средство (ОТС) (англ. – General Planetary Vehicle – GPV) – геокосмический летательный аппарат многоразового использования для безракетного индустриального освоения ближнего космоса, выполненный в виде опоясывающего Землю в экваториальной плоскости тора; обеспечивающий индустриальные грузо- и пассажиропотоки (миллионы тонн грузов и миллионы пассажиров в год) с Земли на околоземные экваториальные орбиты и обратно; основанный на единственно возможной (с позиций физики) экологически чистой и с минимальными энергозатратами геокосмической транспортной технологии, использующей только внутренние силы системы (летательного аппарата) и электрическую энергию.

Пищевая солнечная биоэнергетика (ПСБЭ) – энергетика, основанная на комплексном потреблении и переработке биомассы растений, впитавших энергию Солнца, с целью получения биотоплива, корма для животных и пищи для человека.

Реликтовая солнечная биоэнергетика (РСБЭ) – энергетика, основанная на применении ископаемых бурых углей и горючих сланцев, для получения чистой энергии и одновременного образования живого гумуса, необходимого для восстановления плодородия различных типов почв.

Технологическая платформа «Струнные технологии Юницкого» (ЮСТ) (англ. – Unitsky String Technologies – uST) – строительство (вдоль линейных городов uCity) нового вида транспортно-инфраструктурных и энергоинформационных сетей uNet, создаваемых на основе предварительно напряжённых (струнных) конструкций Юницкого. Предназначена для обеспечения всех необходимых коммуникационных связей между объектами (и континентами) на Земле; между объектами в ближнем космосе, движущимися по круговым экваториальным орбитам; между объектами на Земле и размещёнными в ближнем космосе.

Технологическая платформа «ЭкоКосмоДом» (ЭКД) (англ. – EcoCosmoHouse – ECH) – строительство в космосе сооружений с внутренним обитаемым пространством, изолированным от внешней агрессивной космической среды. В ЭКД создана замкнутая экосистема земного типа, включающая искусственно полученную гравитацию, живую плодородную почву, флору и фауну (в том числе микрофлору и микрофауну), атмосферу с регулируемыми параметрами (температура, влажность и др.) для неограниченно длительного, автономного, экокомфортного проживания и деятельности как отдельных людей и их групп, так и многотысячных поселений на экваториальных орбитах планеты, а также в открытом ближнем и дальнем космосе.

Технологическая платформа EcoHouse – экоориентированное строительство на Земле жилых и производственных зданий и сооружений с открытым для внешней природной (биосферной) среды придомовым пространством, заполненным естественной и культурной (органическое земледелие) экосистемами, в которых атмосферные, почвенные и водные параметры регулируются земной природой. Почва из-под зданий при их строительстве переносится на крыши и этажи, затем обогащается живым гумусом. Озеленение проходит сообразно принципу: «Любое строительство на планете – это увеличение площади плодородных почв и повышение их плодородия».

Технологическая платформа uEnergy – генерация «зелёной» электрической и тепловой энергии с использованием:

- специально оборудованных теплоэлектростанций для экологически чистого сжигания бурых углей, сланцев, торфа и другого сырья органического происхождения с целью выработки живого плодородного гумуса из отходов их горения;
- возобновляемых источников энергии – энергии Солнца на Земле и в космосе, а также энергии ветра и морских течений;

• пары «водород – кислород» в качестве топливного аккумулятора для решения задач оптимизации энергетической отрасли планеты и космических перевозок.

Технологическая платформа uGreen – органическое земледелие в новой логике воссоздания и интенсификации природных биосферных процессов путём прямого заимствования и использования естественных природных почвенных экосистем со своими микрофлорой, микрофауной и биогеоценозом, а также в логике полного отказа от применения каких-либо синтетических химикатов (удобрения, средства защиты растений и др.), технологий генной модификации и других элементов традиционного интенсивного земледелия.

Транспортно-инфраструктурная сеть uNet – международная сеть транспортных, энергетических и информационных коммуникаций, созданная на базе транспортно-инфраструктурных решений ЮСТ вдоль линейных городов uCity.

Устойчивое развитие – «удовлетворение потребностей нынешнего времени, не подвергая угрозе возможность последующих поколений удовлетворять свои потребности». Понятие сформулировано Международной комиссией по окружающей среде и развитию при ООН и положено в основу целей и принципов деятельности ООН.

Центр испытаний и сертификации uSky – научно-производственный кластер транспортно-инфраструктурных решений ЮСТ, построенный в Объединённых Арабских Эмиратах (г. Шарджа).

Цивилизационная техногенная развилка – стадия развития земной техносферы, в момент достижения которой техногенная человеческая цивилизация оказывается перед исторически важным выбором двух взаимоисключающих сценариев действий:

1) земная цивилизация продолжает развивать традиционный техногенный вектор, ограничиваясь только размерами и ресурсами планеты. При этом потребление ресурсов кардинально не меняется, так как мировая экономика опирается на морально устаревшие и ресурсоёмкие технологии (в первую очередь – транспортно-логистические технологии столетней давности). Как следствие, точка невозврата от деградации, угасания и гибели человеческой цивилизации наступит примерно через два поколения (в третьей четверти XXI в.);

2) начало индустриализации ближнего космоса, получение доступа к его неограниченным ресурсам, бесконечным пространству, веществу и энергии, а также к новым технологическим ресурсам: невесомости, глубокому вакууму, технологической чистоте (без пыли и микроорганизмов) и космическим излучениям. Обязательное требование: используемые на планете неэффективные транспортно-инфраструктурные технологии, энергетика, среда обитания (города), инфраструктура и сельское хозяйство, представляющие наибольшую угрозу для земной биосферы, должны быть замещены более совершенными коммуникациями и экоориентированными технологиями.

Экваториальный линейный город (ЭЛГ) (англ. – Equatorial Linear City – ELC) – земной компонент геокосмического транспортно-коммуникационного комплекса, на территории которого размещена стартовая эстакада ОТС со всей инфраструктурой, необходимой для осуществления полётов ОТС и обслуживания глобальных геокосмических грузо- и пассажиропотоков. Представляет собой гармонично вписанные в природную среду сухопутных и океанических участков планеты поселения кластерного типа, соединённые между собой трассами ЮСТ и размещённые на полосе вдоль экватора.

ЭкоКосмоДом на планете Земля (ЭКД-Земля) (англ. – EcoCosmoHouse on Planet Earth – ECH-Earth) – земное сооружение, предназначенное для автономного и неограниченно длительного проживания человеческого поселения расчётной численности. Во внутреннем замкнутом пространстве ЭКД-Земля поддерживаются условия для развития экосистем, имеется совокупность необходимых для этого свойств биосферы планеты, а также моделируются дополнительные технологические процессы, гарантированно обеспечивающие потребности человека для существования (параметры атмосферы и среды обитания, пищевые ресурсы и др.). ЭКД-Земля является земной биосферной моделью ЭКД в части создания и организации внутреннего пространства и всех соответствующих составляющих (биосфера, технологии, взаимосвязи процессов и др.) с замкнутым круговоротом вещества (живого и минерального), энергии и информации.

ЭкоМир – программа, предусматривающая развитие экоориентированных биосферных технологий, направленных на трансформацию основных сфер земной промышленности, инфраструктуры, энергетики, транспорта, сельского хозяйства. Предполагает вынесение вредной части земной индустрии в ближний космос с целью обеспечения равновесия в совершенном мире, представленном триединством

БиоМира, ТехноМира и ХомоМира, которые в совокупности образуют комплекс оптимальных условий для устойчивого роста и дальнейшего развития земной техногенной цивилизации в космическом направлении.

БиоМир – восстановленная и сбалансированная планетарная, открытая в космос биосферная экосистема, которая более не испытывает антропогенного угнетающего воздействия техносферы Земли и продолжает развиваться по законам эволюционно сложившейся земной природы. Включает:

• естественные и культурные (органическое земледелие) экосистемы на суше планеты, в том числе водные (озёра, реки и др.);

• океаническую, морскую и атмосферную экосистемы с возможностью экологически чистого управления извне погодой, климатом и иными системами планеты природными методами;

• растительный и животный мир сухопутных и водных экосистем (включая микрофлору и микрофауну) с сохранённым и ныне доступным их биоразнообразием;

• земное человечество, каждый индивидуум которого здоров и счастлив.

ТехноМир – вновь созданные индустриальные компоненты:

1) земная индустрия, сформированная на основе новых экоориентированных технологий и состоящая только из необходимых человеку внутри биосферы Земли технологических отраслей;

2) космическая индустрия, включающая вынесенные за пределы биосферы Земли энергозатратные, ресурсоёмкие, экологически вредные и другие отрасли промышленности, которые в условиях космической технологической среды приобретают абсолютное конкурентное ценовое и качественное превосходство;

3) геокосмический транспортный комплекс ОТС, обеспечивающий экологически чистую для земной биосферы транспортно-логистическую связь между земными и космическими компонентами индустриального ТехноМира с грузо-, энерго-, инфо- и пассажиропотоками индустриального масштаба;

4) искусственный интеллект для управления вышеуказанными компонентами 1–3 под многоуровневым контролем ХомоМира.

ХомоМир – усовершенствованное мировое общественно-политическое устройство, основанное на консолидации международного сообщества биологических людей (но не оцифрованных биороботов-конвергентов) вокруг единого управляющего центра, аккумулирующего территориальный, финансовый, экономический, научный, кадровый, военный и политический потенциал всех стран-участниц. Это откроет путь к неисчерпаемым и доступным ресурсам космоса и на основе космоориентированной экономики земной техногенной цивилизации создаст новые социально-политические и экономические условия для максимально полной реализации целей устойчивого развития биологического человечества, в том числе обеспечения социальной справедливости, равноправия, свобод, гармоничного развития, а также права каждого жителя планеты на достойную долгую и счастливую жизнь. ХомоМир развивается и управляется людьми, использующими в качестве помощника и советника (но не руководителя) искусственный интеллект. Главная ценность ХомоМира – человечность Человека и его духовность как социобиологической сущности, созданной Мирозданием (Богом) в результате миллиардов лет эволюции жизни в космическом доме по имени Планета Земля.

Экосистема – биологическая система (биогеоценоз), состоящая из сообщества живых организмов (биоценоз), среды их обитания (биотоп), а также системы связей, которая осуществляет обмен веществом и энергией между ними.

ЭкоТехноПарк – демонстрационно-сертификационный центр транспортно-инфраструктурных решений ЮСТ, построенный в Республике Беларусь (г. Марьина Горка).

Sustainable-BioTech – экологическая система, сочетающая в себе комплекс инновационных инженерных, агро-, био- и почвообразующих технологий. Основные её компоненты: реликтовое и органическое сырьё, а также не тронутая пахотой почва и почвенные микроорганизмы, взятые особым образом из мирового Банка почв, расположенного на территории Крестьянского (фермерского) хозяйства «Юницкого» (КФХ «Юницкого»). Сырьё окончательно перерабатывается в живой плодородный гумус с помощью ассоциаций почвенных микроорганизмов и уникального вида червей *Lumbricus* uTerris, специально выведенного в КФХ «Юницкого».

Sustainable Biosphere Cluster (SBC) – центр компетенций в области озеленения пустынь. Станет основой для воплощения технологической платформы uGreen в условиях жаркого тропического климата – среды с факторами негативного воздействия (например, высокая температура), влияющими на культивирование растений.

uBioSystem – замкнутая экосистема с контролируемыми технологическими процессами (освещение, температурный режим, воздушный обдув, скорость течения воды и др.) для автономного и длительного существования сообщества живых организмов.

uMach – концепт гиперскоростного транспортно-инфраструктурного комплекса ЮСТ. Предназначен для передвижения со скоростью выше 1000 км/ч внутри форвакуумного тоннеля (с искусственно сниженным атмосферным давлением) для обеспечения высокоскоростных перевозок на значительные (от 200 км) расстояния.

uSocio – оптимальная социальная среда нового типа для проживания малочисленных групп людей (2000–5000 человек), основанная на методе стратификации. В uSocio благодаря возможности свободного выбора места проживания удовлетворяются социальные потребности: социокультурные связи, общие ценности, религиозные мировоззрения, соблюдение традиций, увлечение искусством, развитие этнических и межэтнических контактов и др.

uTerra – биогумус, производимый из бурого угля, золы, органического сырья, инокулята, аэробных микроорганизмов, используемый для повышения плодородия и улучшения качественных характеристик любых почв, в том числе песков пустыни.

Рецензии на сборник материалов VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты»

Рецензия Юрия Плескачевского,

члена-корреспондента НАН Беларуси, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Республики Беларусь

Земля – для жизни. Космос – для индустрии.
А.Э. Юницкий

Материалы, включённые в рецензируемый сборник, демонстрируют качественно новый уровень глубины и широты проработки практически всего комплекса проблем, идей и проектов, представленных на предыдущих пяти конференциях. Подняты и новые не обсуждавшиеся ранее проблемы.

Ряд работ посвящён исследованию, расчёту, моделированию и конструированию общепланетарного транспортного средства (ОТС) и взлётно-посадочному комплексу (ВПК) в целом, который должен отвечать ряду сложных иногда взаимоисключающих требований. Особенно высоки эти требования к океаническим участкам экваториального ВПК и необходимости обеспечения максимально возможной «ровности» взлётно-посадочной полосы комплекса. Проведённые расчёты и предложенные оригинальные конструкции подтверждают возможность успешного решения этих проблем, в том числе с учётом безопасности судоходства. Следует, однако, отметить, что вопросы безопасности воздушных сообщений, неизбежно возникающие при выходе кольца ОТС на орбиту и возвращении на Землю, пока не обсуждаются. Потребуется создание соответствующей отдельной общемировой авиадиспетчерской службы.

«Сердцем» ОТС является линейный электродвигатель, способный обеспечить разгон ротора до скоростей 11–15 км/с, необходимых для старта с Земли и выхода ОТС на околоземную орбиту. При этом уже в космосе движение ротора с указанными скоростями не должно прерываться. Предложены варианты конструктивных решений линейного электродвигателя как на постоянных магнитах, так и на электромагнитах. Справедливо отмечено, что наименьшим энергопотреблением будет обладать система на основе эффекта Мейснера, т. е. квантовая левитация на сверхпроводниках.

Предлагаемые разработчиками ленточного электродвигателя неодимовые магниты из сплава неодима, железа и бора являются фактически вечными, теряя не более 1 % своей магнитной силы за сто лет. Их практически невозможно размагнитить или перемагнитить. Но при температуре 900 °С и более превышается так называемая точка Кюри и неодимовые магниты теряют свои магнитные свойства. На этапе выхода ОТС на орбиту и возвращения с неё не исключено нарушение герметичности вакуумированного канала, в котором левитирует ротор, например из-за удара метеорита, что в плотных слоях атмосферы приведёт к мгновенному, в лучшем случае локальному, повышению температуры элементов ротора, потере их магнитных свойств и падению части ротора на статор. И это наиболее «мягкий сценарий». Поэтому смешанная система левитации на постоянных и электромагнитах, в том числе на сверхпроводниках, представляется более надёжной. Разработчики ОТС и их руководитель выдающийся инженер А.Э. Юницкий видят такую опасность и поэтому ведут целенаправленную разработку противометеоритной защиты корпуса ОТС. Перспективными в этом плане являются описанные в сборнике пенематериалы на основе лёгких металлов. По мнению рецензента, эффективность защитных свойств пенометаллов может

быть заметно повышена за счёт создания закрытопористой структуры пены с двояковыпуклыми стенками ячеек, что обеспечивает отрицательные значения коэффициента Пуассона. Деформационно-прочностные свойства такого материала должны более эффективно противостоять ударам.

Впервые на конференции был представлен, достаточно подробно и толково доложен и описан в рецензируемом сборнике опытный стенд, представляющий собой реально левитирующий кольцевой ротор с внешним металлическим ободом и платформой статора. Все основные элементы левитирующей части ОТС смоделированы реально. Однако это тот случай, когда определяющее значение имеет масштабный фактор, т. е. пропорции размеров кольца ОТС и длины экватора Земли. При диаметре ОТС, предположим, 2 м, длине земного экватора 40 075 км (с учётом рельефа Земли), длине окружности левитирующей части описанного стенда около 2 м диаметр ротора стенда при вышеуказанных пропорциях должен составлять 0,1 мкм, т. е. в 1000 раз тоньше человеческого волоса, если принять за среднее значение толщины волоса 100 мкм. Соответственно, размеры магнитов, систем управления и других элементов стенда должны быть ещё на порядок меньше. Этот элементарный расчёт показывает, что проблемы обеспечения жёсткости и динамической устойчивости кольца ОТС в целом приобретают определяющее значение. Рецензент считает, что при нынешнем состоянии развития средств и методов механики деформируемого твёрдого тела, основ динамики и прочности конструкций, доступности вычислительных мощностей и существенно возросшей квалификации творческого коллектива, которым руководит А.Э. Юницкий, а также учитывая уже проведённые коллективом расчёты ОТС, вышеназванные проблемы в теоретическом плане разрешимы. Практическое воплощение ОТС наверняка потребует уточняющего моделирования и дальнейшего совершенствования элементов конструкции ОТС.

При очевидной сложности практической реализации кольца ОТС строительство и эксплуатация экваториальной эстакады ОТС является не менее ответственной задачей. Разработчики предлагают многофункциональный вариант эстакады, включающий собственно взлётно-посадочную полосу ОТС («стартовую площадку»), а также скоростной (до 200 км/ч), высокоскоростной (до 600 км/ч) и гиперскоростной (более 1000 км/ч) транспортно-логистические комплексы, обеспечивающие грузопассажирское сообщение вдоль всей экваториальной эстакады. Следует отметить, что с инженерной точки зрения создание такого многофункционального комплекса не представляется невозможным.

Материалы, включённые в сборник, демонстрируют качественно новый уровень глубины и широты проработки практически всего комплекса проблем, идей и проектов, представленных на предыдущих пяти конференциях.

Скоростные, высокоскоростные и гиперскоростные транспортные системы уже в том или ином виде проектируются, строятся или функционируют в ряде стран. Свой вклад в создание и эксплуатацию подобных систем вносит описанный в ряде авторитетных монографических изданий и в рецензируемом сборнике струнный транспорт А.Э. Юницкого. Конструкторско-технологические решения наземных участков экваториальной эстакады протяжённостью 8944 км (с учётом рельефа Земли) при всех сложностях, связанных с горным рельефом и вариациями магнитного и гравитационного полей Земли, представляются достаточно убедительными на нынешнем этапе развития идеи ОТС.

Заслуживают отдельной положительной оценки предлагаемые обитаемые высотные опоры взлётно-посадочного комплекса ОТС, по сути представляющие собой моногорода-небоскрёбы со специфической жилой средой. Технические, экологические и социально-психологические аспекты строительства и эксплуатации подобных опор и условий проживания в них, изложенные в сборнике, продуманы детально и не вызывают возражений.

Рецензент считает, что при всей весьма глубокой и всесторонней инженерной проработке элементов взлётно-посадочной эстакады ОТС её океанические участки представляются наиболее уязвимыми. Штормы, ураганы, цунами, волны-убийцы, разнонаправленные по глубине океана течения, движения геотектонических плит, землетрясения, подводные вулканы и гейзеры – это неполный перечень «сюрпризов», на которые «способны» Мировой океан и надводная часть атмосферы. Работу над повышением надёжности и устойчивости эстакады ОТС к вышеназванным внешним воздействиям следует продолжить. По меньшей мере предстоит создание отдельной принципиально новой экваториальной службы погоды, контролирующей и прогнозирующей развитие погодных явлений по всей протяжённости экватора, а также определяющей оптимальные погодные «окна» для подъёма и спуска кольца ОТС.

Традиционно тематика конференции содержит работы, посвящённые комплексу вопросов, связанных с длительным проживанием человека в условиях замкнутых экосистем, технологиям выращивания различных растений в ЭкоКосмоДоме, биоутилизации органических остатков и др. В каждом из этих направлений заметны значительный прогресс, повышающийся уровень проработки и расширение реального опыта практической реализации.

Весьма важными и уже своевременными являются работы, направленные на политико-правовое обеспечение реализации проектов ОТС и струнного транспорта А.Э. Юницкого как в целом, так и в рамках международного объединения БРИКС+; эти проекты – важный компонент перезагрузки экономики Союзного государства Беларуси и России.

Следует в заключение отметить, что все включённые в сборник работы хорошо отредактированы, изложены логично и толково, терминологически корректны.

Рекомендую сборник материалов VI международной конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты» к опубликованию в открытой печати в представленном виде.

Рецензия Михаила Орлова,

доктора технических наук, профессора, основателя, генерального директора и научного руководителя Академии Модерн ТРИЗ (г. Берлин, Германия)

Уважаемые коллеги, в настоящей рецензии я сосредоточился на пленарном докладе А.Э. Юницкого, не умаляя значения других материалов, представленных в сборнике. Думаю, что основания для моего решения понятны из дальнейшего.

Часть 1.
ИНЖЕНЕРиЯ. Мир как инженерный проект

В 2010 г. в предисловии к моей книге «Нетрудная ТРИЗ»[1] Анатолий Эдуардович Юницкий написал: «Я вижу в этом сверхзадачу каждого из нас, читателей, постичь через ТРИЗ и вместе с ТРИЗ красоту и чудо создания нового – нужного, эффективного, гармоничного, неожиданного, потрясающего и вдохновляющего! Чудо изобретения будущего». Такие же слова, с их самым глубоким значением, я обращаю сегодня к инженерному, социально-политическому и философскому эссе Анатолия Эдуардовича, которое опубликовано в этом издании.

Обстоятельный анализ я адресовал автору, а для сопровождения сборника значение размышлений А.Э. Юницкого можно сформулировать более кратко.

1. Фундаментальная тема, поднятая автором, – переосмысление роли инжиниринга в перспективе эволюции человечества. Результат такого переосмысления учёный Юницкий видит в идее возвышения нравственного идеала и императива в деятельности инженерного корпуса, в потребности перехода инжиниринга от относительно нейтрального статуса к активной организующей и даже лидирующей позиции по отношению к общественному устройству.

Доказательно постулируется присвоение инжинирингу статуса ведущего планетарного института управления, основанного на фундаментальных гуманитарных ценностях бытия и целях справедливой организации жизнедеятельности на Земле, на парадигме безусловной значимости каждого индивидуума, на первозданных идеях бесконечного сохранения человеческой цивилизации в непримиримой оппозиции к эсхатологическим фантазмам, на концепции конструктивного преобразования и дальнейшего совершенствования мира, которая свойственна глубинным идеям социализма, в оппозиции к человеконенавистническим и суицидальным реалиям современного капитализма.

Осмысливая данную тему, автор вполне закономерно приходит к пониманию необходимости и возможности переустройства мира через освоение инженерного подхода в прогнозировании и развитии всех аспектов единения человечества с природой, космосом, через системно и математически обоснованное, нравственно и эстетически вдохновляемое осознание будущего как справедливого, гуманного и вечного процветания социума в полной противоположности апокалиптическому отчаянию, обесценивающему человеческую жизнь, навязываемому обществу апологетами извращённого, сатанинского фантазма.

Я призываю читателей присоединиться к нравственным и прагматическим идеям инженера Юницкого и увеличить свой личный вклад в жизнеутверждающую деятельность на благо земной цивилизации.

2. Инженерные задачи и направления, на которых А.Э. Юницкий концентрирует свою практическую деятельность, также находятся в полном соответствии с его философскими и социально-политическими установками. Его труд и борьба за воплощение постулируемых им общественных идеалов в реальных конструкциях и процессах рациональны и убедительны.

Создание глобального многофункционального надземного транспорта есть не что иное как развитие фундаментального проекта uNet для достижения реальной свободы и эффективности при перемещении материальных объектов и людей по планете, а также для организации новых локаций проживания людей, обеспечения питания и здорового образа жизни.

Построение космического дома, предназначенного для длительного пребывания людей в ближнем космосе, есть не что иное как реализация идей русского космизма, как конструктивное исполнение условий козволюции человечества на планете Земля и космоса.

Эссе автора и его совместная с соратниками созидательная инженерная деятельность раздвигают горизонты видения будущего на огромные дистанции: по надземному транспорту – от сегодняшнего дня на сотни лет вперёд, по ближнему космосу – от завтра на тысячи лет вперёд!

3. Идеи А.Э. Юницкого невозможно принизить. Автор доказывает ценность своих концепций реальным инженерным творчеством, а также результатами, в которых уже проступают контуры предлагаемого им грядущего для человеческой цивилизации.

Чудо изобретения будущего, пробиваясь через многие годы исканий белорусского учёного и борьбы за своё мировоззрение, возникает сегодня у нас на глазах в виде юнибусов и струнных конструкций, в виде гигантской микроцивилизации нового гумуса, в виде замкнутого экологически саморегулирующегося и самовосстанавливающегося дома, восходя из личной судьбы автора, трагической судьбы нашей Родины и родителей, у которых невиданным в истории предательством отняли их будущее и будущее всего человечества.

Сегодня задача состоит в том, чтобы восстановить историческую справедливость, обеспечить жизнеутверждающие перспективы для цивилизации, устранить суицидальные влияния сатанизма, произрастающего из бесчеловечного капиталистического архаизма.

Идеи А.Э. Юницкого невозможно принизить. Автор доказывает ценность своих концепций реальным инженерным творчеством, а также результатами, в которых уже проступают контуры предлагаемого им грядущего для человеческой цивилизации.

Вот потому я поддерживаю это эссе и усилия автора в возрождении фундаментальных этических смыслов через разработку транспорта, который не убивает, через создание гумуса, который накормит всё человечество, через утверждение идей, которые спасут планету.

В моей интернет-лекции, организованной 5 декабря 2023 г. Белорусским институтом системного анализа Госкомитета по науке и технологиям Республики Беларусь, я показал на экране руки инженера Юницкого, погружённые в животворящий гумус, и рассказал историю, как когда-то один папарацци сфотографировал руки Сергея Рахманинова, которыми композитор закрыл лицо, чтобы не быть сфотографированным. Однако гениальный редактор издания опубликовал это фото с подписью: «Руки, которые стоят миллионы». И я сказал в моей лекции о руках А.Э. Юницкого: «Руки, которые стоят миллиарды». Сегодня утверждаю, что они стоят намного больше и большего.

Часть 2.
Комплекс статей, представленных на конференции

С уважением и вниманием я проработал все материалы сборника и нахожу представленные в них результаты интересными и полезными, убедительно показывающими непрерывный прогресс в инженерной и исследовательской деятельности компаний А.Э. Юницкого в той парадигме, которая описана мной в первой части данной рецензии.

Желаю успехов автору и его последователям!

[1] Орлов, М.А. Нетрудная ТРИЗ / М.А. Орлов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2011. – 384 с. (Orloff, M. Modern TRIZ / M. Orloff. – New York: Springer, 2012. – 449 p.)

Рецензия Александра Маляревича,

члена-корреспондента НАН Беларуси, доктора физико-математических наук, профессора

Идея безракетной индустриализации ближнего космоса обсуждается уже в течение ряда лет. Когда я впервые услышал о данной концепции, то был ошеломлён её необычностью, поражён смелостью и неординарностью подхода. С точки зрения физики такой проект принципиально осуществим, хотя на его воплощение, очевидно, понадобятся ещё десятилетия напряжённой работы.

Признателен за возможность ознакомиться с озвученными на VI международной научно-технической конференции трудами белорусских учёных и представителей международного научно-инженерного сообщества.

Материалы сборника охватывают разные направления, которые необходимо исследовать, чтобы приблизиться к практической реализации идеи индустриализации космоса альтернативным по отношению к современному способом. Среди тем научных работ: анализ технических аспектов создания общепланетарного транспортного средства (ОТС), взлётно-посадочный комплекс ОТС на океаническом участке, противометеороидная защита ОТС, технология строительства наземных участков ОТС, методы культивирования растений в условиях ближнего космоса, действие правовых норм при строительстве и эксплуатации ОТС, др.

В данном сборнике, как и в материалах предыдущих конференций, предложены не только амбициозные идеи, но и варианты их воплощения. Так, показаны новые принципы организации жизни людей на Земле: в частности – расселение вдоль размещения опор эстакады ОТС, в целом – переход от переполненных мегаполисов к горизонтальным жилым комплексам, обеспечивающим здоровые и комфортные условия жизни без нанесения вреда окружающему миру.

Несомненно, достигнутые результаты интересны физикам, химикам, математикам, инженерам, просто неравнодушным к будущему человечества людям. Однако считаю, что главной частью представленного сборника является объёмное исследование Анатолия Эдуардовича Юницкого «ИНЖЕНЕРиЯ». Это краткий анализ многотысячелетней истории развития человеческой цивилизации и её взаимодействия с природой. Пройденный путь нам сейчас хорошо виден, а многим и понятен. Перспектива ближайшего будущего печальна, если не трагична.

Труд А.Э. Юницкого – это системное, научное обоснование альтернативного пути развития цивилизации для нашего успешного, здорового и благополучного существования. Эта задача экономически посильна уже сейчас.

Известно, что в последние десятилетия обостряется экологическая проблема, она очевидна, однако предлагаемые способы её решения, а ещё более результаты разочаровывают. В данных условиях идеи инженера Юницкого крайне актуальны. Автор доклада «ИНЖЕНЕРиЯ» аргументированно и чётко излагает видение трансформаций, которые требуется совершить для спасения человечества и планеты Земля – его колыбели и дома.

Труд А.Э. Юницкого – это системное, научное обоснование альтернативного пути развития цивилизации для нашего успешного, здорового и благополучного существования. Эта задача экономически посильна уже сейчас. Крупные государства (США, Китай, Россия, др.) совокупно тратят финансовые и материальные средства на так называемые текущие расходы (транспорт, промышленное и сельскохозяйственное производство, военные цели) в куда больших размерах. Именно поэтому для воплощения великой идеи – безракетной индустриализации ближнего космоса – необходимы, прежде всего, политическая воля, желание и способность договариваться и работать сообща.

Считаю, что материалы VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты», представленные в сборнике, будут полезны всем думающим и небезразличным людям.

Уважаемые читатели!

Настоящий сборник подготовлен по материалам VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты», которая состоялась 7–8 октября 2023 г. в г. Марьина Горка (Республика Беларусь).

Издание освещает итоги годовой деятельности учёных, конструкторов, инженеров, которые работают над реализацией глобальной геокосмической программы uSpace. Каждый из представленных в сборнике проектов находит своё воплощение и тестируется на испытательных площадках России, Беларуси и Объединённых Арабских Эмиратов. Индустриализация ближнего космоса, перенос вредной промышленности на околоземную орбиту – это единственно возможный способ сохранения экологии планеты, а также решения социально-экономических проблем современности, призванный обеспечить достойное будущее грядущим поколениям. Только осуществив промышленное освоение околоземного пространства, мы сможем совершить полномасштабную экспансию в космос, открыть человеческой цивилизации доступ к неиссякаемым источникам ресурсов и создать базу для развития науки и технологий.

Программа uSpace объединяет ведущие разработки в широком спектре научных дисциплин, описывающие различные аспекты пребывания человека за пределами Земли, уникальные исследования и ноу-хау в области космоса, инновационных видов транспорта, промышленности, биотехнологий, социологии и философии, представляющие интерес и ценность для научного сообщества всего мира.

Глобальный характер программы подразумевает возможность активного участия специалистов всех сфер и направлений, обеспечивает эффективную коммуникацию для совместной созидательной деятельности на благо всего человечества.

Каждый день мы приближаем к реализации самый амбициозный проект освоения космоса.

Присоединиться к программе uSpace можно уже сейчас.

aet.space

Facebook

YouTube

Свои отзывы, пожелания и предложения направляйте, пожалуйста, по адресу: conf@ecospace.org.

Организационный комитет конференции,
редакционная коллегия сборника материалов конференции

Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты: материалы VI международной научно-технической конференции,
Б39 Марьина Горка, 7–8 окт. 2023 г. / ООО «Астроинженерные технологии», ЗАО «Струнные технологии»; под общ. ред. А.Э. Юницкого. – Минск: СтройМедиаПроект, 2024. – 492 с.
ISBN 978-985-7296-28-6.

Материалы сборника отражают тематику и содержание докладов, представленных в рамках VI международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты». На конференции 2023 г. проанализированы пути решения глобальных проблем современности геокосмическими средствами; озвучены принципы конструирования транспортно-инфраструктурного геокосмического комплекса; рассмотрены технология и механизация строительства наземных и океанических участков экваториальной эстакады общепланетарного транспортного средства, а также варианты противометеороидной защиты его корпуса; исследованы особенности обеспечения комфортного проживания в космических поселениях; обсуждены вопросы социального, политического и экономического характера в области индустриализации ближнего космоса.

Сборник содержит работы инженеров, изобретателей, учёных, представителей общественных организаций из Беларуси, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Издание предназначено для специалистов таких областей, как транспортные коммуникации, космические исследования, астрофизика, биотехнологии, а также для сотрудников научно-исследовательских институтов, преподавателей и студентов учебных заведений.

Научное издание

БЕЗРАКЕТНАЯ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ БЛИЖНЕГО КОСМОСА: ПРОБЛЕМЫ, ИДЕИ, ПРОЕКТЫ

Сборник материалов VI международной научно-технической конференции
(7–8 октября 2023 г., г. Марьина Горка)

Редакционная коллегия

Главный редактор: Юницкий А.Э., д. ф. т.; ответственный редактор: Исаев Д.А.; координатор: Лобазова И.Е., к. х. н.;
редакторы секций: Артюшевский С.В.; Цырлин М.И., к. т. н.; Зыль Н.С.; Казакевич А.П.; Петров Е.О.; бренд-консультант: Котишевская О.В.;
редактор: Будивская Л.В.; научные консультанты: Климков А.Г., к. э. н.; Гаранин В.Н., к. т. н.; ответственный секретарь: Романюк Д.В.

Рецензенты статей

Самарходжаев Б.Б., д. ю. н., Высшая школа судей (Узбекистан); Невский С.А., д. т. н., ФГБОУ ВО «СибГИУ» (Россия);
Кудрина Е.Ф., д. т. н., БелГУТ (Беларусь); Петухов М.М., к. т. н., БГЭУ (Беларусь); Мазаник А.В., к. арх., БНТУ (Беларусь);
Пантюхов О.Е., к. т. н., БелГУТ (Беларусь); Чернин Р.И., к. т. н., БелГУТ (Беларусь); Мельников С.Ф., к. т. н., ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси (Беларусь);
Раповец В.В., к. т. н., БГТУ (Беларусь); Лукаш В.Т, к. т. н., БГТУ (Беларусь); Липай Ю.В., к. х. н., ИОНХ НАН Беларуси (Беларусь);
Скоробогатова В.И., к. ю. н., ИМПП МГЛУ (Россия); Лаевская Е.В., к. т. н., ИОНХ НАН Беларуси (Беларусь); Романенко Д.М., к. т. н., БГТУ (Беларусь);
Субоч Ф.И., к. т. н., Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси (Беларусь); Сорокин Ю.А., к. т. н., ООО «ЮВР» (Беларусь);
Ковальчук И.Н., к. т. н., Высший технологический колледж (ОАЭ); Зеньчук Н.Ф., к. т. н., БГУ (Беларусь);
Романовский В.И., к. т. н., НИЦ «Конструкторские керамические наноматериалы» НИТУ МИСИС (Россия);
Дорощук О.В., к. б. н., ГУ «БелИСА» (Беларусь); Худайбердиева А.Н., к. ю. н., ООО «B2B B2C B2G Service» (Узбекистан).

Рецензенты сборника

Плескачевский Ю.М., член-корреспондент НАН Беларуси, д. т. н., профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь;
Орлов М.А., д. т. н., профессор, генеральный директор и научный руководитель Академии Модерн ТРИЗ (Германия);
Маляревич А.М., член-корреспондент НАН Беларуси, д. ф.-м. н., профессор.

Редакторы, корректоры: Будивская Л.В., Линевич Т.А., Яковлева К.В.
Компьютерная вёрстка: Луд И.И., Горбунова Н.А., Беспалова В.В.
Дизайн обложки: Скорикова Э.М.
Визуализации и иллюстрации: Сирый М.И., Пикта А.В., Быкова О.Г., Скорикова Э.М.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведённых в них сведений.
В процессе работы над изданием использованы материалы из открытых интернет-источников.

Подписано в печать 08.03.2024. Формат 60 × 84 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 57,4. Тираж 700 экз. Заказ 277.

ISBN 978-985-7296-28-6

Издатель и полиграфическое исполнение: Государственное предприятие «СтройМедиаПроект».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий: № 1/43 от 03.10.2013, № 2/42 от 13.02.2014.
Ул. В. Хоружей, 13/61, 220123, г. Минск.

УДК 629.78
ББК 39.6я43
Б39
ISBN 978-985-7296-28-6

© ООО «Астроинженерные технологии», 2024
© ЗАО «Струнные технологии», 2024
© Юницкий А.Э., 2024
© Оформление. Государственное предприятие «СтройМедиаПроект», 2024