



ТЕХНОСФЕРА – КЛЮЧЕВОЙ КОМПОНЕНТ БУДУЩЕЙ НООСФЕРЫ¹

Кандидат технических наук Ю.Л. ТКАЧЕНКО
(МГТУ им. Н.Э. Баумана),
доктор биологических наук **А.С. КЕРЖЕНЦЕВ**
(ИФПБ РАН)

Сценарий перехода к новой техносфере

Разумное человечество должно предложить новый вариант решения проблем техносферы – учиться у Природы, как нужно строить свою среду обитания. Прежде всего, мировой социум должен определить количественно и неукоснительно сохранять “неснижаемый запас” площадей природных экосистем, способных обеспечить воспроизводство благоприятного для человека качества среды обитания. Средообразующая роль биосферы незаменима для создания и поддержания стабильности планетарных факторов, обеспечивающих возможность жизнедеятельности всех ныне

существующих организмов. В.Г. Горшков в книге “Физические и биологические основы устойчивости жизни”² показал, что кислородная атмосфера с концентрацией кислорода 21% по объёму и современный климат являются “заслугой” действующей биосферы, которая последовательно шла к ним на протяжении более чем 3.5 млрд лет эволюции и поддерживает их на протяжении последних 320 млн лет. Без биотической регуляции, условия на планете Земля представляли бы некий средний вариант между условиями Венеры и Марса. Так же Горшков определил, что для полноценной биотической регуляции условий жизни на

¹ Окончание. Начало см. “Энергия...”. 2018. № 1.

² Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М., 1995.

планете, биосфера должна занимать не менее 60–70% лучшей территории суши (исключая скальные, ледовые и песчаные поверхности). На остальной территории человек должен организовать свою деятельность в строгом соответствии с законами природы и, как было указано выше, взять на себя выполнение нарушенных им функций **продуцента и редуцента**, чтобы создать новый, более высокий уровень гомеостаза биосферы и восстановить нарушенный механизм её саморегуляции.

Аномально возросшая численность популяции человека и домашних животных породила избыток вторичной биологической продукции (зоомассы), потребности которой создали дефицит первичной продукции (фитомассы) и обрекли многие виды на вымирание. Кроме того, человек создал новый класс вещества в биосфере – третичную антропогенную продукцию (искусственные вещества и материалы, машины и механизмы, здания и сооружения, отходы производства и потребления, бытовые отходы). Эта гигантская масса продолжает накапливаться потому, что природные редуценты не способны её утилизировать, а человек в погоне за комфортом этим не озабочен, полагаясь на природу. Третичная продукция изъята из биосферного круговорота огромную массу биофильных элементов, необходимых для производства фитомассы, и вызвала вымирание множества видов. Локальные скопления третичной продукции стали очагами загрязнения среды обитания самого человека – биологического вида, не способного адаптироваться к среде иного качества. Даже незначительные изменения химического состава воздуха, воды и пищи вызывают патологические нарушения в организме человека и пагубно сказываются на здоровье рождающихся новых поколений людей.

Поэтому сначала придётся рециклировать накопленный запас третичной продукции и вернуть освобождённые биофильные элементы в глобальный цикл метаболизма биосферы, а ненужные элементы упаковать с помощью кристалли-

зации и безопасно захоронить в литосфере. Освобождённые биофильные элементы позволят увеличить первичную биологическую продукцию и ликвидировать созданный человеком её дефицит. Параллельно этому необходимо сформировать безотходное промышленное производство и потребление, снижая количество отходов путём их вторичного использования, временной гумификации с последующим использованием и необратимой кристаллизации с захоронением в литосфере.

При построении техносферы необходимо также соблюсти подобие принципу построения биосферы. Биосфера состоит из биоциклов – крупных участков планеты, крайне различающихся условиями для существования организмов³. Выделяют наземный биоцикл, биоцикл морской и океанический, биоцикл пресной воды. Биоциклы подразделяются на биохоры, различающиеся климатическими условиями. На суше биохорами являются ландшафтно-климатические зоны – обширные участки континентов, обладающих однородным климатом и расположенные на одинаковой высоте над уровнем моря. В биохорах формируются биомы – экосистемы, занимающие большие пространства и расположенные на разных континентах в одинаковых ландшафтно-климатических зонах. Более мелкой структурной единицей биомов являются биогеоценозы. Биогеоценоз – экосистема, занимающая вполне конкретный участок местности, поэтому говорят о биогеоценозе леса, луга, озера и т.д.

Этот принцип может быть применён также и к техносферным структурным единицам. Искусственная среда, как и природная, имеет свою иерархию – от локального до глобального уровня: завод, город, промышленная агломерация, регион, страна, континентальная урбоэкосистема, техносфера в целом. Как в природе биосфера строится из более мелких структурных единиц (биогеоценозы – биомы – биосфера), так и экотехносфера будущего должна строиться

³Шилов И.А. Экология. М., 2000.

по кластерному принципу: жилые модули будут объединяться в более крупные поселения, поселения – в техносферный регион. Взаимодействие техносферных регионов и определит в будущем характер взаимодействия техносферы с природной средой.

Анализ сбалансированности потоков ресурсов и отходов большинства современных техносферных регионов в экономически развитых странах показывает преобладание входящего потока ресурсов над исходящими потоками, в первую очередь – над количеством перерабатываемых и утилизируемых отходов. Наиболее значимые техносферные регионы в настоящее время подобны живым организмам на стадии роста – они поглощают вещество и энергию, накапливая свою массу и увеличивая энергетическую мощность. На основе аналогии с живым организмом становится понятно, что подобный рост не может быть бесконечным. Планирование взаимодействия промышленных объектов в техносферном регионе позволит сбалансировать их материальные потоки и даст возможность создавать саморазвивающиеся природно-экономические комплексы (ПЭК), которые по экологическим показателям, в первую очередь по минимизации негативного воздействия на биосферу и региональные экосистемы, значительно превзойдут сложившиеся стихийно участки современной техносферы.

Планирование взаимодействия между природными и техническими компонентами ПЭК будет означать переход к управляемому развитию техносферы. В работе, посвящённой промышленной экологии⁴, авторы называют ПЭК “эколого-индустриальными парками” (EIP) и приводят их классификацию, насчитывающую пять типов, различающихся по степени замкнутости материальных потоков. Проектов, реализующих эколого-индустриальные парки 1 и 2 типов немного, наиболее совершенных (3 и 4 типа)

насчитывается всего лишь по одному во всём мире. В качестве EIP 3 типа авторы описывают Monfort Boys Town в Суве (Фиджи). В этой промышленной системе отходы пивоварения обеспечивают выращивание грибов и овощей, разведение свиней и рыбы. Анаэробное разложение органических отходов обеспечивает работу водонагревательной установки, использующей в качестве топлива получаемый из отходов биогаз.

В качестве EIP 4 типа, в котором обмен отходами производится между организациями, достаточно удалёнными друг от друга, авторы описывают эколого-индустриальный парк Каланборг (Дания) в котором несколько фирм, расположенных в радиусе 3 км, обмениваются паром, теплотой, золой, серой и рядом других отходов и ресурсов. Главными промышленными объектами урбоэко-системы Каланборг являются тепловая электростанция Asnaes и фармацевтическая компания Novo Nordisk. Теплота и электричество, получаемые на электростанции поступают на фармацевтическое производство и используются для обеспечения жизнедеятельности жилых районов Каланборга. Избыточная теплота сбрасывается в пруды рыбного хозяйства, дрожжевые остатки фармацевтического производства идут на сельскохозяйственные фермы, шлаки, шламы и зола, остающиеся от сжигания твёрдого топлива и извлекаемые из систем мокрой очистки дымовых газов поступают на завод стройматериалов для производства дорожного цемента и стеновых панелей.

По описываемой классификации, в EIP 5-го типа, обмен ресурсами и отходами производится между промышленными объектами, расположенными в одном регионе. Как пишут сами авторы, “ни один EIP 5-го типа в настоящее время не реализован”. Поэтому, весьма актуальна разработка проекта техносферного региона, потоки ресурсов и отходов которого сбалансированы настолько, что хозяйственная деятельность не оказывает негативного влияния на состояние окружающей среды.

⁴Гридел Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология. М., 2004.

То есть работа промышленных объектов техносферного региона на полную мощность не приводит к нарушению и деградации региональных экосистем, так как техногенное давление не превышает допустимых пределов их возможностей по самоочищению и самовосстановлению. Постепенное замещение сложившейся техносферы новыми экотехносферными регионами – ПЭК и будет представлять собой процесс экологизации техносферы.

Крайне важным представляется вопрос о границах ПЭК. В настоящее время сложившиеся ПЭК оцениваются в основном в рамках административных границ городов, районов, областей, республик, стран. Однако логичнее проводить границы техносферных регионов по каким-либо естественным или искусственным преградам и барьерам. Например, по горным грядам или котловинам, ограничивающим воздушные потоки, водоразделам бассейнов рек, плотинам и дамбам, ограничивающим водные потоки или по границам геохимических провинций, разделяющих почвы различного химического состава и физической структуры. В будущем целесообразно перейти на управление ПЭК в границах водосборных бассейнов, имеющих ряд преимуществ перед административными границами:

- ✓ чёткие климато-географические различия по линии водораздела;

- ✓ однонаправленный поток вещества от истоков до устья рек;

- ✓ аналогичное строение водосборных бассейнов разного масштаба: бассейны крупных рек (Волги, Урала, Оби, Енисея, Лены, Амура и т.д.), бассейны внутренних морей (Каспийского, Черного, Балтийского, озера Байкал, Онежского озера и т.д.), бассейны океанов (Северного Ледовитого, Атлантического, Тихого, Индийского).

Трудности для управления бассейнами в настоящее время создаёт их рассечённость многочисленными административными границами – от муниципальных до государственных и границ межгосударственных экономических и военных

блоков (НАТО, Евросоюз, ЕАЭС, СНГ, ОПЕК и т.п.) – каждый со своей независимой юрисдикцией. Эту проблему поднимали ещё в 2001 г. В.И. Данилов-Данильян, М.Ч. Залиханов, К.С. Лосев⁵. Авторы указывают, что, например, взаимный обмен речными водами у России происходит с 14 государствами. При этом Россия получает воду из 9 государств. В этом случае проблемы загрязнения водной среды должны решаться только на двусторонней основе, так как в рамках каждого бассейна всегда одна страна служит источником, а другая – стоком загрязнителя. Для повышения региональной экологической безопасности предлагалось развитие переговорного процесса по проблеме международных акваторий, опирающегося на научные методы оценки вклада каждого государства в общий сброс и обезвреживание загрязнителей. После этого должна была быть разработана правовая база для решения вопросов взаимных претензий стран – экспортёров и импортёров загрязнений. Формы разрешения претензий предполагались самыми разнообразными, они могли быть реализованы на многосторонней основе. Но финансово-экономические кризисы последних лет и нарастание напряжённости в международных отношениях отодвинули все экологические проекты и предложения в “дальний угол”.

Тем не менее, преобразование техносферы является объективной, научно обоснованной необходимостью. Первым этапом формирования сбалансированного по материальным потокам и устойчивого по состоянию экосистем техносферного региона должно стать строительство небольших автономных купольных жилых модулей в неблагоприятных регионах – арктических и аридных пустынях, высокогорьях, территориях химического и радиационного загрязнения. В настоящее время разработаны концепции энерго- и экологонезависимых жилых

⁵ Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч., Лосев К.С. Экологическая безопасность. Общие принципы и Российский аспект. М., 2001.

комплексов, рассчитанных на длительное пребывание людей в экстремальных условиях окружающей среды⁶ и основывающихся на замкнутых внутренних круговоротах вещества, получении кислорода от зелёных растений, производстве растительного питания в специальных устройствах – фитотронах при круглосуточном искусственном освещении и биологической утилизации образующихся отходов. Человек в такой среде обитания, которую можно назвать искусственной экосистемой (ИЭС), становится замыкающим звеном всех биохимических процессов.

При размещении на местности купол модуля соединяется переходными тамбурами с другими жилыми, техническими и складскими модулями, что позволяет составлять из отдельных модулей достаточно многочисленные посёлки. Размещение замкнутой жилой среды на территориях радиационного и химического загрязнения снизит уровень вредного воздействия на население за счёт того, что опасные вещества и радионуклиды не будут попадать во внутренние круговороты вещества – в подкупольную атмосферу, водную среду и цепи питания человека. На территориях экологической деградации, в горах, в арктических и аридных пустынях ИЭС позволит обеспечить людей достаточным количеством растительного питания – пшеницей, свежими овощами и масличными культурами. При выполнении подземных и подводных работ ИЭС обеспечит высокое качество воздушной и водной среды, необходимое для поддержания здоровья людей.

Следующим этапом экологизации могло бы стать создание большого замкнутого поселения, в котором будет производиться практическая отработка новых технологий создания ИЭС. Такому объекту можно присвоить статус “экологического города” после формирования в нём сферы занятости жителей и созда-

ния социальной среды. Эти сферы создаются путём размещения в Центральном модуле поселения промышленного предприятия, научного или образовательного учреждения, медицинских, социальных и досуговых объектов. Прототип экогорода, условно обозначенный как “экотехносферный демонстратор”, описан в статье⁷. Строительство экотехносферного демонстратора может быть осуществлено с целью модернизации одного из наукоградов, например, Красноярского или новосибирского Академгородка.

Жилая зона описываемого поселения будет включать в себя до 8 жилых модулей, рассчитанных на проживание 100 чел. каждый. Общая численность экогорода таким образом может составлять до 800 чел. Для обеспечения комфортных условий проживания людей, жилые модули и Центральный модуль города покрываются лёгкими купольными сооружениями. Для выращивания растительной пищи в условиях искусственного освещения и климата возможно использование электричества, получаемого путём преобразования солнечной энергии с помощью облицовки строительных конструкций прозрачными солнечными батареями. Также возможно использование других источников энергии – ветровой, геотермальной, биохимической и прочих.

В качестве следующего этапа экологизации может быть осуществлено формирование самодостаточного экотехносферного региона на территории, характеризующейся большой степенью разрушения природной среды. Производить всё необходимое для строительства и содержания новых экогородов возможно в пределах небольших по площади экологических кластеров. Для этого достаточно компактно разместить в выбранном регионе несколько экогородов, имеющих различную отраслевую специализацию. Назначение каждого города определяется составом промышленных

⁶Ткаченко Ю.Л., Керженцев А.С. Путь к новой техносфере Земли // Энергия: экономика, техника, экология. 2016. №9, 10.

⁷Ткаченко Ю.Л., Керженцев А.С. России нужна экологизация, а не просто модернизация // Энергия: экономика, техника, экология. 2016. № 1.

предприятий и организаций, находящихся в его Центральном модуле.

Промышленное производство, таким образом, будет происходить в урбанизированной экосистеме, принцип действия которой будет тот же, что и у природной экосистемы, а составляющие компоненты – иными. Аналогом анаболизма такой урбоэкосистемы будет производство разнообразных машин и механизмов, зданий и сооружений, искусственных веществ и материалов, некроболизм – вывод из эксплуатации и списание отработавших свой ресурс машин и механизмов, зданий и сооружений, веществ и материалов, накопление отходов производства и потребления, бытовых отходов, катаболизмом – утилизация списанной техники и накопленных отходов, то есть рециклинг третичной продукции с возвратом биофильных элементов в новый биологический цикл и удалением отторгнутых биотой и опасных для человека веществ с помощью кристаллизации и безопасного захоронения в литосфере, где они подвергнутся метаморфизму и переплавке в магматические породы.

Далее нужно сказать о том, как вероятно будет осуществлён переход к новой техносфере. Экологизация техносферы и преодоление глобального экологического кризиса будут осуществляться в ходе новой цивилизационной революции человечества, которую можно назвать “экологической”. В результате экологической революции на всей планете возникнет новая техносфера, которую можно будет по праву назвать “природоподобной техносферой” или “экотехносферой”. Начавшись с разработки и широкого использования технологий производства пищи в фитотронах и биологической утилизации отходов, экологическая революция в итоге приведёт к коренному изменению мировоззрения людей, преобразованию социальных отношений в обществе, появлению новых государственных институтов.

Экологизация техносферы обеспечит непрерывный научно-технический прогресс человечества, заключающийся в повышении показателей энергетического и экологического совершенства

техносферы. Энергетическое совершенство техносферы – это её коэффициент полезного действия в процессе конверсии энергии от природного источника к энергии, расходуемой человеком на поддержание своей жизнедеятельности:

$$W_{\text{рп}} = \eta_{\phi} \cdot \eta_{\text{с}} \cdot \eta_{\text{э}} \cdot W_{\text{пэ}},$$

где: $W_{\text{рп}}$ – энергетическая ценность рациона питания одного жителя (Вт или ккал/сут); $W_{\text{пэ}}$ – мощность используемого природного источника энергии (Вт); η_{ϕ} – эффективность использования солнечной энергии растениями; $\eta_{\text{с}}$ – эффективность средств преобразования электрической энергии в световую; $\eta_{\text{э}}$ – эффективность работы генераторов электрической энергии.

Наименее эффективным процессом является получение растительного питания – в съедобную биомассу переходит не более 1% падающего потока световой энергии. Однако использование ярусности растительных посадок специально подобранных культур и расположение их на внутренней цилиндрической поверхности фитотронов позволяют повысить эффективность производства пищи до 5–10%. Индекс экологического совершенства техносферы должен отражать степень замкнутости круговоротов вещества по главным биогенным элементам – углероду, кислороду, азоту и др. В экспериментальной установке “Биос-3”, находящейся в Институте биофизики СО РАН и представляющей собой изолированную от внешней среды ИЭС, была достигнута замкнутость круговоротов вещества во внутренней среде: 100% – по газообмену, 95% – по водообороту и 80% – по питанию участников эксперимента.

Смысл существования человечества и техносферы

Человек по своей биологической сущности является типичным животным-консументом, то есть потребителем природных ресурсов. Но вместе с тем человек – единственное живое существо на планете, способное к мышлению, то есть обладающее мощным разумом,

позволившим ему преобразовать естественную среду для удовлетворения своих желаний. Также, созданием практической космонавтики человек доказал свою способность выйти за рамки планеты. Именно разум может помочь человечеству подняться над биологической животной сущностью, осознав своё высокое предназначение и взяв на себя функцию продуцента и редуцента в биосфере (точнее, уже в будущей антропобиосфере – ноосфере). *Формирование природоподобной техносферы позволит людям глубже изучить и понять биосферные механизмы создания благоприятной среды на планетах, их спутниках, астероидах и других космических телах. Это даст возможность человечеству приступить к своей главной миссии, отражающей смысл его существования.*

В.И. Вернадский говорил о растекании жизни по Земле, ближнему и дальнему Космосу. Вести экспансию нашей биосферы дальше, вплоть до выхода в Космос способен лишь человек с его разумом. Может быть, разум проснулся у человека не сам по себе, а это Земля призвала его, чтобы распространить земную биосферу на сопредельные космические тела? Подтверждением тому может служить уникальное направление философской мысли, именуемое “Русским космизмом”. Идеи космической экспансии и победы над животной природой человека отражены в трудах русских философов и учёных конца XIX–первой половины XX века и продолжены в романах советского фантаста И.А. Ефремова. Выдающийся представитель “Русского космизма”, основоположник космонавтики К.Э. Циолковский писал в работе “Исследование мировых пространств реактивными приборами”, часть 2 (1911 г.): “Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели. Смело же идите вперёд, великие и малые труженики земного рода, и знайте, что ни одна черта из ваших трудов не исчезнет бесследно, но принесёт вам в бесконечности великий плод”⁸.

Человечество должно возглавить экспансию биосферы, распространив её на соседние космические тела и дальше, вплоть до изученных пределов дальнего Космоса. Недаром людей с древнейших времен интересовало изучение звездного неба и исследование возможности полётов. В XX в. началось практическое освоение космоса, а в XXI космонавтика стала уже важной частью мировой экономики. Циолковский писал в работе “Монизм Вселенной” (1925 г.): “Техника будущего даст возможность одолеть земную тяжесть и путешествовать по всей солнечной системе. Посетят и изучат все её планеты. После заселения нашей солнечной системы начнут заселяться иные солнечные системы нашего Млечного Пути. С трудом отделится человек от земли”⁹. Под “техникой будущего” Циолковский понимал, в том числе, и искусственную среду обитания человека. Вопросы создания биологической системы жизнеобеспечения людей вне Земли рассматриваются Циолковским во всех научных работах, посвящённых развитию идей практической космонавтики: “Исследование мировых пространств реактивными приборами”, часть 2 (1911 г.); “Цели звёздоплавания” (1929 г.); в философских и фантастических произведениях. В неоконченной рукописи “Жизнь в межзвёздной среде” (1933 г.), опубликованной в 1964 г., Циолковским описан проект большого космического посёлка, основанного на биосферных механизмах производства растительного питания, утилизации отходов, поддержания круговорота вещества и химических параметров среды, которые были к тому времени открыты В.И. Вернадским. Центральной частью такого поселения, согласно Циолковскому, должна являться “космическая оранжерея”, из которой население получает очищенный кислород и пищу и куда посылает все продукты своих выделений для переработки.

В 1962 г. основоположник практической космонавтики С.П. Королёв, уже имея опыт успешного космического

⁸ Циолковский К.Э. *Промышленное освоение космоса: Сборник трудов.* М., 1989.

⁹ *Мир философии. В 2-х томах. Том 2.* М., 1991.

полёта, осуществлённого первым космонавтом Ю.А. Гагариным 12 апреля 1961 г., сформулировал комплекс первоочередных задач космической биотехнологии: «Надо бы начать разработку "оранжереи по Циолковскому", с наращиваемыми постепенно звеньями или блоками, и надо начинать работать над "космическими урожаями". Каков будет состав этих посевов, какие культуры? Их эффективность, полезность? Повторяемость посевов из своих же семян, из расчёта длительного существования оранжереи?»¹⁰.

Это предложение Королёва поступило директору Института физики СО АН СССР Л.В. Киренскому. В 1964 г. успешно стартовало практическое создание замкнутых искусственных экосистем (ИЭС), включающих в себя человека. В Красноярске, в отделе биофизики Института физики СО АН СССР (позднее выделенного в самостоятельный Институт биофизики АН СССР), началась работа над программой "Биос". Также работы по созданию замкнутой среды обитания проводились в основном С.П. Королёвым и М.В. Келдышем академическом Институте медико-биологических проблем. Самым успешным проектом этого института является эксперимент "Марс-500", проведённый в 2010–2011 гг. В ходе этой имитации полёта на Марс и обратно, 8 человек из разных стран мира около полутора лет жили в среде, замкнутой по газообмену, водообороту и питанию.

То, что освоение космического пространства является необходимым этапом развития человеческой цивилизации, обуславливается экологическими особенностями человека, как биологического вида, сумевшего преодолеть правила ограничения численности популяций. По мнению В.Г. Меренкова: "Перспективной целью освоения космоса было бы создание независимых популяций людей вне пределов Солнечной системы, что

позволило бы сохранить нашу цивилизацию. Человек сможет и сохранять неизменность биосферы, и сохранять расширенное воспроизводство"¹¹.

В результате освоения космоса могут образоваться динамические популяции человечества, то есть часть людей станет жить на космических базах. Это не будут одни и те же люди, они смогут регулярно сменять друг друга, но численность таких анклавов мирового социума останется примерно постоянной. Расселение людей вне Земли позволит удержать техносферу от распространения на зарезервированные биосферные территории. Количество внеземных поселений начнёт неуклонно увеличиваться, что и будет дальнейшим проявлением принципа экспансии жизни, то есть именно человек реализует этот принцип сверх планетарного масштаба!

Для реализации космических планов развития человечества техносфера, как составная часть ноосферы будущего, должна соответствовать главному эволюционному принципу, по которому биосфера развивалась на протяжении миллиардов лет. Возникновение и эволюция биосферы были направлены на преобразование условий на поверхности тогда ещё мёртвой Земли путём биогенной мобилизации вещества планеты и создания замкнутых круговоротов вещества в планетарном масштабе за счёт увеличения видового разнообразия живых организмов¹². Ресурсы для всех живых организмов биосферы являются возобновляемыми, автоматически воспроизводимыми в биогеохимических циклах круговорота вещества. Подобного состояния можно достичь только за счёт перехода к управлению эволюцией техносферы. С.В. Кричевкий считает, что развитие техносферы всё более выходит из-под контроля, поэтому в XXI в. приоритетной и ключевой становится проблема управления эволюцией

¹⁰ Гришин Ю.И. Искусственные космические экосистемы // Новое в жизни, науке, технике. Сер. "Космонавтика, астрономия". 1989. № 7.

¹¹ Меренков В.Г. Проблемы преодоления глобального экологического кризиса // Математическая морфология. 2001. Т. 3. № 4.

¹² Яблоков А.В., Левченко В.Ф., Керженцев А.С. Преодолимы ли трудности перехода антропосферы в ноосферу // Биосфера, 2016. Т. 8. № 3.

техносферы¹³. Решение этой проблемы является составной частью обеспечения техносферной безопасности, о которой писал академик Легасов. Также, управление развитием техносферы позволит окончательно решить проблему глобального экологического кризиса. Управляемая эволюция техносферы, идущая по пути её непрерывной экологизации, даёт надежду, что через 100 лет техносфера уже будет не такой агрессивной по отношению к биосфере, как сейчас, а человечество станет гораздо разумнее и сумеет грамотно встроить свою искусственную среду в общий метаболизм биосферы. В этом и состоит вся надежда на будущее существование цивилизации!

Заключение

В заключение необходимо сказать о начале и движущих силах процесса экологизации техносферы. Ключом к будущему человечества являются знания, в первую очередь – экологические. Судьба человечества зависит от того, насколько ближе к изученным наукой природным принципам будет строиться наш образ жизни и наша искусственная среда обитания – техносфера. Именно знания обеспечили прогресс человечества, несмотря на все исторические катаклизмы, войны, завоевания и гибель империй. Знания абсолютно неотчуждаемы, в отличие от всех прочих ресурсов – капитала, продовольствия, недвижимости и т.д. При передаче знаний происходит их расширение, так как знания не только в полном объеме поступают к новому владельцу, но и остаются у их прежнего владельца тоже в полном объеме.

Поэтому ведущая роль в инициации и продвижении процесса “экологической революции” принадлежит науке, как социальному институту и учёным, как добытчикам и хранителям знаний. Негативные процессы, происходящие в мировом социуме, фактически превращают

учёных, в первую очередь – экологов, в неких “отверженных”, парий общества. Невежественные политики и предприниматели по всему миру часто высмеивают предостережения учёных, высказываемые по поводу современных экологических проблем и глобального кризиса биосферы. Протестуя против политики администрации США в области науки, экологии и энергетики десятки тысяч людей в Америке и других странах мира вышли 22 апреля 2017 г. на “Марш в поддержку науки”.

Средства массовой информации усиленно обрабатывают общественное мнение, навязывая идеи о том, что все проблемы человечества происходят вследствие перенаселённости планеты. Многочисленное человечество потребляет слишком много ресурсов, в первую очередь – пищевых, отнимая их у других биологических видов биосферы. Проблему предлагается решать, сокращая численность населения Земли. Причём авторы подобных идей вовсе не подразумевают “сокращения себя” или хотя бы населения своей страны. Сокращаться должен “кто-то другой” – жители стран “третьего мира”, граждане недемократических государств, люди, не сумевшие приспособиться к условиям рыночной экономики и т.д. Такая примитивная точка зрения даже в XXI в. выдаётся за “истину в последней инстанции”, несмотря на то, что ещё в 1925 г., то есть задолго до того, как человек стал влиять на природные процессы в глобальном масштабе, В.И. Вернадский в статье “Автотрофность человечества”¹⁴ указал иной путь решения этой проблемы.

Вернадский писал о необходимости изменить форму питания и вид источников энергии, используемых людьми. Человечество вполне способно освободить канал естественного фотосинтеза, оставив биосфере всю производимую растениями-продуцентами первичную биомассу и перейти к фото и биосинтезу

¹³ Кричевский С. В. Концепция управления эволюцией техносферы // *Философия и космология*. 2017. Т. 18.

¹⁴ Вернадский В.И. *Жизнеописание. Избранные труды. Воспоминания современников. Суждения потомков.* (Сер. Открытия и судьбы). М., 1993.

пищи (то есть взять на себя функцию продуцента) путём конверсии энергии от различных источников, отказавшись, в том числе и от теплоэнергетики, основанной на сжигании ископаемого органического топлива. Уже в то время Вернадский отмечал не только возможность применения атомной энергии, но и перечислял практически все источники, которые в наше время использует "нетрадиционная" энергетика: силу приливов и морских волн, ветра, теплоту Земли, Солнца, и т.д.

Но мнение учёных, опирающихся на творческое наследие Вернадского, игнорируется общественным мнением в ряде ведущих зарубежных стран. Средства массовой информации достаточно регулярно проводят кампании по созданию негативного образа учёных, которые изображаются как некие "алчные дармоеды", удовлетворяющие только своё пустое любопытство, заботящиеся о своих материальных потребностях и ничего не делающие для блага общества. Весьма вероятно, что все учёные вскоре станут самыми настоящими изгоями, вытесненными на обочину общественной жизни мировыми экономическими и финансовыми проблемами.

То есть, снова может повториться описанная в первой статье цикла ситуация, подобная обстановке, сложившейся накануне самой первой цивилизационной революции – неолитической. Учёным может просто не остаться иного выбора – им не придётся ждать милости от "сильных мира сего", а нужно будет объединить свои усилия, чтобы на основе современных экологических знаний приступить к строительству природоподобной техносферы, изнутри существующей, негативной для природы техносферы. На основе практического опыта в области создания искусственных экосистем, имеющегося у Института биофизики СО РАН, Института фундаментальных проблем биологии РАН и ряда других научных организаций, вполне возможно строительство и эксплуатация небольшого автономного купольного жилого комплекса, предназначенного для

долговременного пребывания не менее 10 человек.

Концепция создания такой замкнутой искусственной экосистемы, под названием "Ноосфера", описана в работе А. С. Керженцева¹⁵. Этот научно-исследовательский комплекс будет представлять собой управляемую физическую модель экосистемы, в которой воспроизведены все её функциональные компоненты – сообщества высших и низших растений, сообщество животных и почвенная биота, а также реализовано циклическое превращение и обмен веществом (метаболизм) между компонентами искусственной экосистемы. Именно правильная организация метаболизма техносферы является ключом к управлению физическими и химическими параметрами среды обитания и устойчивому поддержанию их на оптимальном для человека уровне.

Этот эксперимент, кроме научной ценности, должен обязательно иметь социальную составляющую, показывающую, что производство растительного питания при помощи фитотронов, обслуживание биологических систем утилизации отходов и регулирование параметров внутренней среды с помощью биологических звеньев комплекса будут доступны не только учёным, но и любому другому человеку, независимо от уровня его образования. Даже один, но широко освещаемый в обществе наглядный пример, демонстрирующий возможность построения искусственной среды, гармонично сосуществующей с биосферой и обеспечивающей возможность для всестороннего развития личности и реализации творческих способностей каждого жителя Земли, может стать для всего человечества очередным "шагом за горизонт", который будет осуществлён только благодаря накопленным научным знаниям и активным учёным, осознающим свою ответственность за будущее планеты и грядущие поколения её жителей.

¹⁵ Керженцев А.С. Механизм функционирования почвы и устойчивость экосистем // Вестник РАН. 2010. Т. 80. № 8.