

“ЗАДАЧА КЕРЖЕНЦЕВА” И БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Кандидат технических наук Ю.Л. ТКАЧЕНКО (МГТУ им. Н.Э. Баумана),
Л.Л. ГОШКА (ООО “Кола”, г. Сыктывкар)

DOI: 10.7868/5023336192109007X

Мыслить глобально – действовать локально! Этот девиз шотландского биолога Патрика Геддеса как нельзя лучше отражает деятельность доктора биологических наук Анатолия Семёновича Керженцева. К сожалению, он покинул нас более трёх лет назад – в феврале 2018 г. Но сейчас, когда экологическая проблематика становится во главу угла не только научных исследований, но и политической и экономической повестки, актуальность творческого наследия Анатолия Семёновича с каждым днём возрастает для каждого жителя Земли.

Труды и дни Анатолия Семёновича хорошо известны. Достаточно посмотреть статью о нём¹, написанную с использованием материалов, подготовленных коллегами и учениками, чтобы оценить масштабы сделанного. Это и участие в международном эксперименте в котловине Убсу Нур², со-



здание Забайкальского мерзлотного стационара, а затем биостанции фоновое мониторинга в Приокско-Террасном заповеднике, инициирование процесса вхождения Приокско-Террасного заповедника в систему резерватов ЮНЕСКО.

С 1971 г. Керженцев работал в Институте фундаментальных проблем биологии Российской академии наук (ИФПБ РАН) в городе Пущино, Московской области. Здесь им был осуществлён совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова проект “Экоград Пущино”, организована Всероссийская школа

¹ Андрей Сверчков “Научное завещание великого учёного”. URL: <https://regnum.ru/news/innovatio/2378871.html>

² Котловина озера Убсу Нур – уникальный природный объект, в котором на сравнительно небольшой по площади территории расположены практически все виды биомов – крупных континентальных экосистем (тундра и лесотундра, тайга, степь, пустыня и полупустыня, альпийское высокогорье). Керженцев А.С. – один из трёх (вместе с Бугровским В.В. и Вороновым А.А.) русских участников международной экспедиции, с 1984 г. изучавшей убсунурскую котловину. На основе результатов этого исследования заповедник “Убсу Нур” был включён ЮНЕСКО в список Всемирного наследия.

“Экология и почвы”, создана лаборатория Функциональной экологии и кафедрально-сеть ЮНЕСКО. Керженцев А.С. – автор более 300 научных публикаций, среди которых есть несколько монографий посвящённых экологии биосферы и эволюции экосистем.

“Экотрон-97” и Третья парадигма почвоведения

В глобальную экологию Анатолий Семёнович пришёл через почвоведение. Керженцев был учеником В. А. Ковды, всемирно известного почвоведом³, который открыл молодому исследователю удивительный живой мир педоценозов – сообществ микроорганизмов, сосредоточенных в почве. Анатолий Семёнович вспоминал, что ещё в аспирантуре его поразило высказанное в 40-е годы другом В.И. Вернадского, профессором Б.Л. Личковым, предположение⁴, что не подстилающая порода создавала почвы, а почвы творили новые горные породы, производя отложение осадков из своих почвенных растворов. Поэтому говорить надо не о почвообразующей роли пород, а о породообразующей роли почв.

Несмотря на то что минералоги твёрдо отстаивали концепцию выветривания горных пород при почвообразовании, Керженцев был уверен в право-

те Личкова и в дальнейшем пробовал теоретически и экспериментально доказать возможность образования геологических осадочных пород в результате деятельности микроорганизмов. Ему удалось это сделать только после того, как несколько десятилетий назад сформировалось новое научное направление – биоминералогия.

В 1997 г. А.С. Керженцев с коллегами по ИФПБ РАН провели эксперимент на специально построенной модели экосистемы – установке “Экотрон”⁵, в которой растительность и почва работали в едином цикле преобразования вещества. За один год эксперимента были получены все атрибуты почвенного профиля, которые отсутствовали в исходном субстрате: гумус, соли, сгустки окислов железа, карбонаты биологического происхождения, вторичные минералы. Результаты опытов позволили предположить, что неорганические почвенные породы способны достаточно быстро образовываться в процессе многоступенчатой минерализации педоценозом отмершей биомассы и гумуса почвы⁶.

Поэтому главным вкладом А.С. Керженцева в почвоведение можно считать формирование нового взгляда на почвы Земли, отражённого в докладе “Третья парадигма почвоведения”, подготовленном им для V Всероссийского съезда по охране окружающей среды, который состоялся в декабре 2017 г. Результаты эксперимента “Экотрон-97” в какой-то степени противоречили общепринятым представлениям о скорости формиро-

³ Ковда Виктор Абрамович (1904–1991) – д.г.-м.н., член-корреспондент АН СССР, автор трудов в области генезиса, эволюции и мелиорации почв. В 1958–1965 гг. был директором Департамента точных и естественных наук ЮНЕСКО (Париж), в 1960–1965 гг. – инициатор и руководитель Международного проекта ФАО/ЮНЕСКО “Почвенная карта мира”. В 1968 г. был избран президентом Международного общества почвоведов. В 1970 г. В.А. Ковда руководил советской делегацией, направленной в Нью-Йорк для подготовки Стокгольмской конференции по проблемам окружающей среды (состоялась в 1972 г.).

⁴ Личков Б.Л. Современный литогенезис на материковых равнинах // Известия АН СССР. Серия географическая и геофизическая. 1945. № 5–6. С. 547–564.

⁵ Керженцев А.С. и др. “Экотрон” – физическая модель экосистемы // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2003. Т. 19. С. 157–179.

⁶ Керженцев А.С., Алексеева Т.В. Микроморфологическое строение модельного почвенного профиля блока “Педотрон” экспериментальной установки “Экотрон-97” // Почвоведение. 2005. № 3. С. 355–365.

вания почвенных новообразований. В почвоведении принято считать, что образование структуры почвы является результатом тысячелетних процессов геологического масштаба времени. Эксперимент Керженцева показал, что прото-почва или почвоподобный субстрат может сформироваться в течение одного года.

В дальнейшем, открытие у почв “быстрого” относительно геологического времени режима “работы” педоценоза и изучение деятельности других сообществ микроорганизмов экосистем по трансформации веществ, привело пылливый ум учёного к пониманию всего процесса метаболизма – своеобразного “обмена веществ”, непрерывно функционирующего в биосфере.

Как биосфера преодолевала эволюционные барьеры

Как “работает” биосфера, преобразовывая вещество, было изложено А.С. Керженцевым (в соавторстве с А.В. Яблоковым и В.Ф. Левченко) в “большой трилогии” статей, посвящённых глобальной экосистеме Земли, на основе которой позднее была издана книга⁷. Одним из условий устойчивости биосферы, как сложной открытой динамической системы, является территориальное, географическое или иное расширение зоны обитания биологических организмов, то есть экспансия жизни. Экспансия жизни является результатом размножения живых существ в геометрической прогрессии, при котором происходит наращивание “живого вещества” – биомассы. Вернадский сравнил экспансию жизни с давлением пара, указав два фактора, которые ограничивают её неумолимую мощь:

1) конечный запас биофильных химических элементов для увеличения биомассы;

2) узкий диапазон условий среды, пригодных для существования живых организмов.

В этом прокрустовом ложе, как в цилиндре парового двигателя, экспансия проявляет свою мощь и превращает энергию в работу всего многообразия живых систем: клеток, организмов, экосистем, биосферы. Для того чтобы экспансия жизни могла распространяться в Космосе, Робин Хэнсен⁸ выделил следующие необходимые эволюционные шаги.

1. Возникновение звёздной системы с планетами.

2. Появление на планете самовоспроизводящихся молекул.

3. Появление простой одноклеточной жизни.

4. Появление сложной одноклеточной жизни.

5. Возникновение полового размножения.

6. Появление многоклеточных организмов.

7. Возникновение животных с развитым мозгом.

8. Развитие человеческой цивилизации.

9. Распространение цивилизации через процесс колонизации Космоса.

В каждой точке, от первого до девятого шага существует некая преграда, эволюционный барьер, преодолеть который крайне маловероятно или вообще невозможно. Это может выражаться в совокупности природных факторов, которые не дают жизни возникать и развиваться, либо в гибели разумной жизни в результате собственных действий или внешнего влияния. Биосфера Земли в ходе своей

⁷Керженцев А.С., Левченко В.Ф., Яблоков А.В. Очерки биосферологии. СПб., 2018.

⁸Robin D. Hanson “The Great Filter – Are We Almost Past It?”. URL: <https://mason.gmu.edu/~rhanson/greatfilter.html>

эволюции успешно преодолела барьеры, преграждающие переход на этапы со 2-го по 8-ой.

О том, как были преодолены эти барьеры, Керженцев писал: “Проблема эволюции, детально изученная на уровне клетки и многоклеточного организма, вдруг застопорилась на уровне экосистемы, биосферы. Эволюция экосистем не укладывается в привычные атрибуты эволюции, разработанные на клеточном и популяционно-видовом уровне”⁹. Экосистема явилась “изобретением” эволюции, которое позволило жизни адаптироваться к конкретным диапазонам факторов среды и преодолеть стрессы различных климатических зон без особых потерь. Экосистема – уникальный природный объект, сообщество биологических видов, функционирующее автономно за счёт обмена его участниками друг с другом пищевыми ресурсами и отходами жизнедеятельности.

Появление экосистем и биосферы в целом позволило распространить экспансию жизни на все географические регионы, создав благоприятный химический состав воздуха, воды, почвы, а так же местный микроклимат, сдерживающий резкие колебания внешних условий и их негативное воздействие на живые организмы. Произошло максимальное увеличение производства биомассы, несмотря на периодические колебания климатических и прочих физических факторов. Но особенно чётко в биосфере, как в экосистеме планетарного масштаба, был согласован на уровне гомеостаза и подогнан до мельчайших деталей замкнутый круговорот вещества, вследствие чего в природе появились “непрерывно возобновляемые ресурсы” и пере-

стало существовать понятие “вредные для жизни отходы”. Строго говоря, природные экосистемы всё же вырабатывают отходы, но они их утилизируют, упаковывая в безвредные для живых организмов композиции с помощью процессов гумификации и биокристаллизации.

Гумификация упаковывает потенциально опасные отходы временно и обратимо до их востребования растительным сообществом, а биокристаллизация упаковывает конечные абсолютные отходы “навечно” и переводит их в геологический круговорот в форме осадочных пород. Эти породы по мере накопления погружаются вглубь земной коры и превращаются в метаморфические горные породы, а при дальнейшем погружении в мантию Земли переплавляются в магматические породы, которые выносятся на земную поверхность тектоническими процессами и подвергаются выветриванию. Основная же масса вещества в биосфере вращается по замкнутому циклу, бесконечное число раз участвуя в непрерывных процессах синтеза новых ресурсов и распада образующихся отходов.

Процессы утилизации вредных веществ в биосфере могут протекать и с участием сложных многоклеточных существ, а не только микробов. Например, газообмен “организм – атмосфера” является частным случаем более общего планетарного углеродного цикла. Когда концентрация CO₂ в атмосфере становится очень высокой и биосфера перестаёт справляться с его утилизацией, тогда к выполнению этой функции подключаются животные и человек. Отложения карбонатов производятся не только в литосферу, но и в сами дышащие организмы посредством образования патогенных биоминералов – кальциатов во всех органах и тканях, преимущественно – в лёгких,

⁹Керженцев А.С. “Изобретения” эволюции на уровне экосистем. URL: https://functecology.ucoz.ru/blog/izobretenija_ehvoljucii_na_urovne_ekhosistem/2016-02-19-9

печени и почках¹⁰. Это разрушает живые тела посредством полиорганных поражений, в том числе – остеопороза, так как кальций из костей расходуется на образование нерастворимых карбонатов. Так же, дефицит свободного кальция в организме вызывает патологии щитовидной железы и нарушения функции деторождения, что в итоге может привести к ликвидации не только человеческой популяции, но и всех видов млекопитающих¹¹.

Все природные принципы построения и функционирования планетарной среды обитания А.С. Керженцев обобщил в книге о метаболизме экосистем и биосферы¹². Анатолий Семёнович считал эти знания ключевыми, которые людям предстоит в первую очередь использовать для своего выживания на Земле в будущем. Потому что человеческую цивилизацию на пути её развития также регулярно подстерегают различные преграды.

Цивилизационные барьеры человечества

К моменту 7-го этапа эволюции – появлению животных с развитым мозгом – биосфера завоевала уже все уголки планеты, включая Мировой Океан. Так как территория и акватория Земли ограничена, то по этой причине ограничена и экспансия жизни на ней. Следовательно, эволюция биосферы на планете имеет свой предел. Следует отметить, что

¹⁰Schaefer K.E. *Effect of increased ambient CO2 levels on human and animals // Experientia*. 1982. V. 38, № 10. P. 1163–1168.

¹¹Rice S.A. *Human Health Risk Assessment of CO2: Survivors of Acute High-Level Exposure and Populations Sensitive to Prolonged Low-Level Exposure. Third Annual Conference on Carbon Sequestration. May 3–6, 2004, Alexandria, Virginia, USA*.

¹²Керженцев А.С. *Метаболизм биосферы – вечный двигатель жизни. Универсальный механизм функционирования живых систем. Beau Bassin: Lap Lambert Academic Publishing, 2018.*

дальнейшая экспансия жизни возможна с переносом её на соседние космические тела, но у нашей биосферы сейчас отсутствуют надёжные механизмы гарантированного переноса живого вещества через безвоздушное пространство.

И вот, по каким-то невероятным образом сложившимся обстоятельствам появляется биологический вид *Homo sapiens*, наделённый не только сознанием, но и уникальной морфологией, позволяющей ему созидать. Сознание не является уникальным свойством биологических видов. Уникальность человека в том, что его конечности и способность к прямохождению позволили ему реализовывать свои абстрактные идеи на практике. При такой морфологии вид не имел ни одного шанса на выживание в условиях биосферы, так как человек прямоходящее существо, он плохо плавает, плохо бежит, плохо лазает по деревьям, у него отсутствует шерсть для терморегуляции организма.

В то же время, как отмечает А.В. Марков, с точки зрения биологической классификации человек не ушёл далеко от обезьяны – он ею как был, так и остался¹³. Но, строя свою искусственную среду обитания – техносферу, люди начали расширять диапазон пригодных для жизни условий. Вначале человек научился использовать подручные средства для обеспечения пищей, после этого для сохранения теплового баланса организма надел на себя шкуру убитого им животного. Как только научился добывать огонь, сразу начал формировать строительную отрасль, находя и обустривая пещеру. Начал обрабатывать подручные средства под различные орудия труда и т.д.

С выходом на арену жизни человека, начались новые этапы эволюции биосферы:

¹³Марков А.В. *Эволюция человека. Книга 1. Обезьяны, кости, гены. М., 2013.*

– Антропогенез. Появление человека и превращение его в социальное существо, формирование общественной организации человеческих сообществ в процессе трудовой деятельности. Начало этапа: 1.5–2 млн лет назад (генетическое выделение предков человека).

– Техногенез. Преобразование природных экосистем биосферы в процессе хозяйственной деятельности человека, формирование техногенных и природно-технических комплексов, то есть техносферы, как составной части биосферы. Начало этапа: 10–15 тыс. лет назад (переход к производящему сельскому хозяйству).

Между этими этапами существовал цивилизационный барьер – первый экологический кризис человечества, связанный с истощением пищевых ресурсов в результате перепромысла крупных млекопитающих, случившийся в верхнем палеолите. Человечество преодолело это препятствие с помощью неолитической революции. Эта цивилизационная революция заключалась в переходе от присваивающего хозяйства (“экономика охотников и собирателей”) к производящей экономике, имеющей в своём составе сельскохозяйственные подотрасли (земледелие, животноводство), а также выделившееся в отдельную отрасль ремесло, что послужило толчком к интенсивному развитию промышленности.

Формирование техносферы позволило расширить границы эволюции биосферы. С выходом человека в космос, развитие техносферы достигло пика своих способностей. Человечество с помощью практической космонавтики доказало принципиальную возможность выхода живых существ за рамки планеты, что в перспективе даёт надежду на осуществление 9-го этапа эволюции – экспансии земной жизни в Космосе.

По поводу тех, кто совершил неолитическую революцию, А.С. Керженцев выдвигал интересные идеи. Он говорил, что первобытные охотники и собиратели до такой степени усовершенствовались в технологии добычи пищи, что однажды обнаружили её отсутствие в ближних и отдалённых окрестностях. Но хорошо, что изгои племён были вынуждены придумать иной способ добычи пищи – скотоводство и земледелие. Развитие орошаемого земледелия быстро увеличило продуктивность земель и значительно повысило численность популяции человека. Однако нарушение норм полива и отсутствие дренажа через некоторое время вызвало вторичное засоление и заболачивание орошаемых земель, которые превратились в неудобья¹⁴ и обрекли население на голодную смерть. Хорошо, что изгои общества, лишённые орошаемых земель, освоили богарное (неполивное) земледелие. Совершенствование технологий жизнеобеспечения повышало численность населения постепенно, а выход из очередного кризиса путём кардинального изменения образа жизни резко поднимал лимит численности популяции. Современный экологический кризис отличается от всех прошлых глобальным масштабом и тем, что к небывалому дефициту ресурсов добавился небывалый избыток отходов хозяйствования человека.

Неолитическая революция искусственно расширила поле устойчивости жизни – узкий диапазон условий среды, пригодных для существования человека. Развитие техносферы, обеспечив расширение поля устойчивости жизни для человечества, позволило ему провести экспансию по всей поверхности суши Земли. Но для биосферы разви-

¹⁴ Неудобье – непригодная для посевов, лугов земля.

тие техносферы было негативным, так как деятельность человека привела к глобальному экологическому кризису из-за дисбаланса химических соединений в среде обитания. Тем самым сузилось поле устойчивости жизни биосферы до критического уровня, выйти из которого она может только за счёт сокращения и смены видового состава, то есть шестого массового вымирания на планете.

Начиная с 50-х годов XX века большинство реалистично мыслящих учёных стала беспокоить проблема негативного воздействия человечества на природную среду обитания и связанный с этим мировой экологический кризис. Этот новый цивилизационный барьер, который встал на пути человечества, был комплексно описан более 25-ти лет назад академиком Н.Н. Моисеевым в форме “цивилизационного разлома”. В рамках системы взглядов, которую он назвал универсальным эволюционизмом, Моисеев писал: “Итак, планета и общество вступают в совершенно новую стадию своего развития. На грани 60-х годов В.А. Ковда показал, что именно человечество является основным мусоропроизводителем: оно производит отходов органического происхождения, то есть исключая этот материал из естественного кругооборота веществ, в 2000 раз интенсивнее всей остальной биосферы. Постепенно многим становилось очевидным, что нагрузка, оказываемая человеческой деятельностью на окружающую среду, не просто превращается в фактор, определяющий её эволюцию, но и растёт столь быстро, что говорить о каком-либо равновесии биосферы и одновременно о сохранении гомеостаза вида *Homo sapiens* уже не приходится. К этим соображениям следует добавить утверждение, совершенно тривиальное с точки зрения популяционной динамики: никакой

живой вид, сделавшись монополистом в своей экологической нише, не способен избежать экологического кризиса. И он может иметь только два исхода: либо вид начнёт деградировать, либо он, надлежащим образом изменившись (изменив стандарты своего поведения и взаимоотношения с природой), сформирует новую экологическую нишу”¹⁵.

А.С. Керженцев писал по этому поводу: “Человек оказался единственным видом в биосфере, который посмел нарушить закон природы, ограничивающий рост численности популяций. Сначала, ещё в эпоху неолита он отобрал часть ресурсов, предназначенных другим видам, по праву сильного. Потом нашёл и освоил ресурсы, недоступные другим видам, по праву умного, что позволило ему увеличить численность популяции с её потребностями до предела возможностей биосферы. Это превратило биосферу в антропосферу и вызвало глобальный экологический кризис, который нарушил гомеостаз – гармонию саморегуляции биосферы, согласованное взаимодействие биологических видов в ней. Сейчас восстановить прежний уровень саморегуляции невозможно, поскольку главный разрушитель продолжает его нарушать с нарастающей силой. Для восстановления исходного уровня гомеостаза придётся убрать с арены жизни человека”¹⁶.

В качестве способа преодоления нового цивилизационного барьера, Н.Н. Моисеев предлагал не развивать и не совершенствовать дальше тради-

¹⁵ Моисеев Н.Н. Современный антропогенез и цивилизационные разломы. Эколого-политологический анализ // Вопросы философии. 1995. № 1. С. 3–30.

¹⁶ Керженцев А.С., Ткаченко Ю.Л. Техносфера Земли: прошлое, настоящее и будущее. Часть 3.1. Техносфера – ключевой компонент будущей ноосферы // Энергия: экономика, техника, экология. 2018. № 1. С. 47–51.

Выход есть!

ционную техносферу, которая полностью исчерпала себя, а переходить на природоподобные принципы построения техносферы, которая работала бы по безотходному принципу биосферы. В своих последующих трудах А.С. Керженцев заложил теоретическую основу для формирования такой техносферы, которая позволила бы преодолеть цивилизационный барьер, описанный Моисеевым. Анатолий Семёнович Керженцев предложил выделить новое научное направление – “Функциональная экология”¹⁷, изучающее не только закономерности формирования и преобразования потоков вещества в экосистемах, но и влияние на этот процесс хозяйственной деятельности человека. Понимание принципов организации потоков вещества в биосфере и “критических точек” воздействия на них антропогенной и техногенной деятельности помогло разработать концепцию преодоления современных экологических препятствий на пути развития цивилизации. Предложения Анатолия Семёновича с соавторами, являются настоящим “шагом в будущее”, который можно осуществить без социально-экономических и политических конфликтов.

Но для этого человечеству необходимо реализовать один, но крайне непростой проект. Его можно назвать “задачей Керженцева”, которую люди обязательно должны решить, если они, конечно, хотят выжить и развиваться дальше. Эта задача описана в цикле работ Анатолия Семёновича с соавторами по бесконфликтному переходу человечества к ноосфере¹⁸.

¹⁷ Керженцев А.С. Новое перспективное научное направление // Вестник Российской академии наук. 2012. Т. 82. № 5. С. 432–440.

¹⁸ Яблоков А.В., Левченко В.Ф., Керженцев А.С. Преодолимы ли трудности перехода антропосферы в ноосферу // Биосфера. 2016. Т. 8, № 3. С. 247–257.

В “Функциональной экологии” Керженцев показал, что в современном историческом периоде эволюции биосферы, названном антропоценом, то есть испытывающим воздействие человечества, техносферы и антропосферы, произошло нарушение гомеостаза природных потоков вещества. Если в ненарушенной биосфере уровень вещества во всех “накопительных резервуарах” экосистем поддерживался примерно постоянным, то в настоящее время наблюдается низкий уровень количества общей биомассы из-за снижения основной её доли – массы зелёных растений и повышенный уровень некромассы – омертвевшего, ненужного живым организмам вещества, создаваемого человечеством в рамках техносферы. Такое “мёртвое” вещество Керженцев называл “третичной антропогенной продукцией”. Под этим благозвучным научным термином скрываются все накопленные человечеством гигатонны опасных, вредных, токсичных промышленных отходов и просто ненужного мусора. Дефицит биомассы на планете, омертвлённой в отходах техносферы, уже приводит к массовому вымиранию живых организмов и сокращению видового состава биосферы. Не за горами и вымирание человечества.

Какой же выход предложил Анатолий Семёнович с соавторами? Очень простой – учиться у биосферы, а не пытаться учить её, как подстроиться под всё возрастающие потребности человечества. После первого же такого “урока” о природных принципах средообразования каждому станет понятно, в чём состоит “задача Керженцева”. Он писал: “Для сохранения всего мирового социума с его численностью и потребностями человеку придётся выполнять кроме своей естественной

экосистемной функции консумента (потребителя природных ресурсов) ещё две экологические функции: продуцента (производителя первичной биомассы) и редуцента (утилизатора ненужного вещества – отходов)¹⁹.

Чтобы войти в завтрашний день, людям в своей искусственной среде обитания – техносфере, придётся создавать новый, более высокий уровень устойчивого материального и энергетического баланса (гомеостаза), путём дополнительного производства первичной фотосинтетической биомассы зелёных растений и искусственного рециклинга третичного антропогенного вещества (техногенных отходов) и непрерывно поддерживать этот уровень с помощью сверхмощных и экологически безопасных технологий.

С точки зрения формирования уклада материального производства, выполнение новых функций человечеством означает:

- ▶ создание мощной индустрии синтеза первичной растительной продукции (фитомассы) с помощью селекции биологических видов и устройства многоярусных теплиц для выращивания съедобных растений в условиях регулируемого микроклимата, искусственного освещения и контролируемого орошения;

- ▶ создание высокопродуктивной индустрии животного питания за счёт выведения пород домашних животных, более эффективно использующих фитомассу для прироста своей вторичной биомассы;

- ▶ создание индустрии глобального рециклинга антропогенных и техногенных отходов с освобождением и возвратом законсервированных в них

химических элементов, необходимых для питания растений, с возвращением их в биологический круговорот и необратимым и безопасным захоронением в литосфере веществ, нарушающих баланс биосферных потоков вещества.

Человеку необходимо использовать все важнейшие свойства экосистем при организации замкнутого техногенного потока вещества и безотходной хозяйственной деятельности. Природные процессы гумификации и биокристаллизации можно заменить технологическими процессами и сделать потоки вещества урбанизированных и аграрных экосистем безотходными. Цикл преобразования вещества в таких техноэкосистемах должен превращать изначально определённый, ограниченный запас химических элементов в постоянно обновляемый, а потому бесконечный ресурс. Это и будет являться осуществлением со стороны человека функций продуцента и редуцента в будущей экотехносфере – природоподобной искусственной среды обитания человека.

Поэтому решение “задачи Керженцева”, состоящей в том, что человеку кроме консумента нужно стать ещё и продуцентом и редуцентом – заключается в экологизации техносферы, то есть в преобразовании современной техносферы по принципам устройства и функционирования природных экосистем. Такая техносфера, точнее природоподобная экотехносфера – искусственная экосистема, будет гармонично сосуществовать и совместно развиваться (коэволюционировать, по терминологии Н.Н. Моисеева) с биосферой, а не конфликтовать с ней, нанося ущерб не только самому человеку, но и всей жизни на Земле.

Человечество может двинуться дальше в будущее, только преодолев цивилизационный барьер глобального экологического кризиса. Причём пре-

¹⁹ Керженцев А.С., Ткаченко Ю.Л. *Техносфера Земли: прошлое, настоящее и будущее. Часть 3.2. Техносфера – ключевой компонент будущей ноосферы* // Энергия: экономика, техника, экология. 2018. № 2. С. 42–51.

одолеть этот барьер, согласно условиям “задачи Керженцева”, возможно только совместно с биосферой, а не вопреки ей и не за её счёт. По словам Анатолия Семёновича, человек явился главным “изобретением” биосферы на популяционно-видовом уровне, предназначенным для преодоления эволюционного барьера на пути экспансии жизни в космическом пространстве. Поэтому развитие цивилизации возможно только в направлении преодоления ограниченности биосферы планетарными рамками.

Изучив механизмы функционирования биосферы и экосистем разного масштаба, человек сможет кардинально изменить технологические принципы природопользования и осуществить построение экотехносферы. Полученный опыт и новые знания могут стать основой для создания искусственных биосфер на других планетах. Тогда осуществится предсказание В.И. Вернадского о растекании жизни по Земле, ближнему и дальнему космосу. Об этом же говорил К.Э. Циолковский, надеявшийся, что разум человека преодолеет не только земное притяжение, но и архаичное представление о жизнеобеспечении за счёт беспощадной эксплуатации природы.

В преобладании этого архаичного представления и состоит трудность решения “задачи Керженцева”, которая требует серьёзной предварительной подготовки. Далеко не всем жителям Земли понятно, что сейчас уже не актуально создавать новую технику и технологии, ублажающие человека, но всё более и более нарушающие планетарные процессы, отлаженные биосферой с её гигантским эволюционным опытом. Как никогда актуальна задача управления деятельностью человека и общества с его мизерным опытом созидания и очень большими достижениями по части разрушения всего и вся.

Отсюда проистекает негативное или в лучшем случае безразличное отношение большинства мирового социума к концепциям преодоления глобального экологического кризиса и очередного цивилизационного барьера.

Поэтому, одно из необходимых условий решения своей задачи Керженцев неразрывно связывал с процессом формирования экологического общественного сознания. Он говорил, что для достижения высоких результатов в деле налаживания новых отношений с природной средой, человек разумный должен сменить неолитическую парадигму мышления и сам пройти следующие этапы эволюции: Человек Просвещённый и Человек Благородный. Человек Просвещённый (Homo Illuminatus), овладевший глубокими знаниями законов природы, будет способен ради сохранения жизни своей популяции создать технологии рационального природопользования и экологически грамотного техносферного строительства, невзирая на их высокую стоимость. Но для того, чтобы осуществлять гармоничное взаимодействие с биосферой, нужен Человек Благородный (Homo Nobilis), освободивший себя от животных инстинктов (алчности, агрессии, милитаризма и других пороков), осознавший приоритет духовного развития над материальным благополучием.

Давайте прислушаемся к словам этого удивительного человека – Анатолия Семёновича Керженцева. Нам всем необходимо стать подлинно Людями Разумными и наконец-то начать учиться жить у мудрой Природы, вместо того, чтобы, оставаясь “разумными обезьянами”, превращать её в ничто – то есть в деньги и сверхдоходы эксплуататоров-природопользователей.

При составлении текста были использованы материалы писем А.С. Керженцева авторам настоящей статьи.