

УДК 007:573.6

## БИОНИКА КАК ТЕХНОГЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ КОЭВОЛЮЦИОННОЙ ДИНАМИКИ

*Докт. филос. наук, проф. ЛОЙКО А. И., канд. филос. наук, доц. ЯКИМОВИЧ Е. Б.*

*Белорусский национальный технический университет*

Человечество находится в условиях коэволюционной динамики более чем два миллиона лет. На стадии цивилизационного развития имел место процесс усиления мутуалистического соразвития общества и биосферы, человечество активно наращивало потенциал технических систем с целью решения задач роста производительности труда, материального благополучия. В какой-то момент технизация вплотную вошла в систему коммуникаций и инфраструктуру, оказывающую давление на биосферу. Многие специалисты обнаружили, что качество технизации явно уступает количественным объемам роста артефактных структур. Необходимо было срочно решить эту задачу. При ее решении учитывались разные варианты поиска. Одним из них стало имитационное моделирование функциональных качеств живых систем. Этому направлению во многом способствовали бурное развитие исследовательской базы биологии и переход этой науки в разряд инженерных дисциплин и практик, ориентированных на освоение высокотехнологичных производств.

Термин «коэволюция» актуализирован биологами во второй половине XX в. для обозначения специфики взаимодействия организмов в процессе совместной эволюции. Были выделены мутуалистическая и немутуалистическая ее формы, в рамках которых анализируются взаимоеволюция организма и паразита, хищника и добычи; птиц, насекомых и опыляемых ими растений, крупных животных и сопровождающих их санитаров-чистильщиков и т. д. При проекции понятия коэволюции на социокультурную деятельность людей возникает ассо-

циация о взаимной эволюции человека и растений, человека и животных через их одомашнивание. При этом человек выступает как основной потребитель этих представителей биосферы. На уровне самого предельного обобщения речь ведется о взаимной эволюции биосферы и цивилизации. Хронологически эти процессы абсолютно неравнозначны. У биосферы был длительный доцивилизационный период адаптации к особенностям Земли. Поэтому ее «опыт» более глубокий и у науки есть основания говорить о ней как об эффективной самоорганизующейся системе.

Биосфера – это живые организмы и заселенное ими пространство Земли в форме лито-, гидро- и атмосферы, а также вовлеченные в органический обмен минералы и молекулярно-атомарные структуры. Биосфера через живые организмы поглощает вещество и энергию извне, которые многократно используются в обменных процессах. В этих процессах задействованы продуценты, консументы и редуценты. В качестве продуцентов выступают автотрофные организмы. Они используют солнечную энергию для выработки из неорганических соединений (воды и двуокиси углерода) богатых энергией органических веществ собственного тела, биомассы. Речь идет о зеленых растениях, сине-зеленых водорослях, фотосинтезирующих бактериях. Консументы – это, с одной стороны растительноядные животные, а с другой – поедатели их хищные животные. Редуценты выполняют важную функцию утилизации отмерших растений и водорослей, а также погибших животных. Они разлагают органическую массу до уровня минерализации. К тому же биосфера

использует механизмы утилизации, связанные с формированием осадочных пород, в которых при определенных условиях формируются механизмы аккумуляции энергии в виде энергоресурсов (торфа, угля, сланцев, нефти, газа).

В технизированной деятельности есть продуцирующая и потребляющая инфраструктуры (консументы), но не хватает технологических мощностей деятельности, связанной с утилизацией продуктов жизнедеятельности человека (редуцентов). Речь идет как о качественном, так и о количественном параметрах. Ограничительные меры и альтернативные стратегии экологической деятельности не могут считаться достаточными и реалистичными по отношению к уже функционирующей и достаточно инерциальной системе производственной деятельности, активно воспроизводящейся в новых центрах индустриализации, таких как Китай, Индия или Бразилия. Это свидетельствует о том, что модернизация находится на начальном этапе освоения экосоциальной практики. Она постепенно освобождается от технократических установок и берет за основу техноаксиологизм, в рамках которого формируется концепт природно-ландшафтного комплекса с характерными для региона особенностями деятельности и ресурсной базы.

Возникает комплекс вопросов относительно способности человечества перестроиться в данном направлении с учетом возможных экономических и культурных последствий. В мировоззренческом контексте правомерно говорить о максимальной задаче перевода материально-производственной деятельности человечества на принципы коэволюции, поскольку необходимо время для осознания человечеством неизбежности перехода на новые ценностные параметры. С методологической точки зрения соблюдение принципов коэволюции экономикой начала XXI в. даже в лучшей ее высокотехнологичной части представляется проблематичным, поскольку ни одна из стран мира в настоящий момент не готова нести тяжесть экологических издержек. Поэтому в 1992 г. в Рио-Жанейро был актуализирован термин *sustainable development*. Он указывает на необходимость такого развития популяции, которое было бы согласовано с развитием экосистемы, к которой эта популяция принадлежит. Факти-

чески речь идет о сохранении экологической ниши человечества. Согласно данной рекомендации выстраивается система нормативного регулирования глобальной деятельности человечества в виде протоколов.

Вторая стадия реализации коэволюционной стратегии требует определенной теоретической подготовки, в рамках которой должна быть проведены исследования механизмов обратной связи, как на уровне биосферы, так и собственно взаимодействия техногенных и биотических компонентов экосоциальной реальности. В рамках биосферы важнейшая роль отводится биоте (совокупности живых организмов), поскольку организмы выполняют ключевые функции формирования горных пород, почвы, атмосферы, гидросреды.

Научный подход не может ограничиваться изучением только очевидных отрицательных обратных связей, существующих между техногенной деятельностью человечества и биосферой. Необходимо учитывать положительные обратные связи, поскольку они демонстрируют возможности коэволюции с точки зрения уже имеющегося исторического опыта человечества.

Трудности теоретического описания экосоциальной реальности сопряжены с тем, что биосфера является живой нелинейной многофункциональной системой. Поэтому описание ее в рамках теории динамических систем, посредством использования математических методов затруднено. В решении этой задачи эффективным считается только компьютерное имитационное моделирование, позволяющее просчитывать тенденции в поведении биосферы с учетом все возрастающих объемов антропогенного воздействия на биоту и поддерживаемую ею среду обитания человечества. Очевидно, что сценарии будущего могут дать определенный эффект воздействия на общественное сознание. При этом все больше специалистов склоняются к мысли о необходимости реализации комплексной междисциплинарной стратегии изучения биосферы в интервалах больших исторических длительностей и соответствующих геологических, геофизических, климатических циклах. Поскольку то, что называется потеплением техногенного характера, может быть проявлением определенной термо-

динамической динамики, в рамках которой даже Антарктида и Арктика оказываются частью глобального тропического климата. Именно в такие периоды истории биосферы реализовывался накопительный потенциал биоты в виде гигантских осадочных пород органического происхождения, ставших местом формирования энергетической базы человечества. Естественно, планета оказывается и в ситуациях ледниковых периодов. Важную информацию о тепловой динамике биосферы могут предоставить океанология и подводная геология, поскольку именно гидродинамический перенос тепловой энергии играет важную роль в обеспечении устойчивого климата в отдельных регионах мира.

Козволюционные тенденции определяют конституирование системотехнических комплексов, в пределах которых значительная роль отводится малым и средним городам. Природная составляющая введена и по отношению к населению страны и обозначается как демографический ресурс. В Беларуси функционально обозначились регионы: восточный промышленный с мощной строительной ресурсной базой (Могилевский), центральный (Минский), южный (Полесский), западный (Гродненский) и северо-восточный (Витебско-Полоцкий).

Естественно-научное направление исследования биосферно-техногенной реальности должно дополняться антропологическими исследованиями возможностей человека перестраиваться в ключевые исторические периоды. В первую очередь речь идет об инженерной деятельности. Технические специалисты уже давно присматриваются к конструкторскому потенциалу природы. Этот интерес был замечен в научных исследованиях таких представителей эпохи Возрождения, как Л. да Винчи и А. Дюрер. В XIX ст. Г. Эйфель использовал свойства бедренной кости человека, изученные Х. фон Мейером, при проектировании названной в его честь башни в центре французской столицы. В 1960 г. козволюционная методология пришла в инженерное дело в виде новой дисциплины – бионики. На симпозиуме в Дайтоне (США) была сформулирована мысль о том, что организмы и живые системы следует рассматривать как аналоги технических устройств, и практически сразу эти установки были проиллюстрированы в монографиях Г. Гертеля «Структура,

форма и движение», Л. Джерардена «Бионика», Э. Э. Бернарда «Биологические прототипы и созданные человеком системы». В работах обосновывалась идея заимствования у природы конструкторских и дизайнерских решений. Спектр изучения живых систем в рамках бионики достаточно широк: он включает биомеханику, биоматериаловедение, биооптику, бионотехнологии, физиологию высшей нервной деятельности, биоинформатику, биоупаковку, биохимию, биоэнергетику, биоочистку, биоархитектуру и другие направления.

В Республике Беларусь интерес к бионике обусловлен необходимостью выхода на высокопроизводительную деятельность в аграрном секторе. Речь идет о технологиях обработки почвы, внесения удобрений с учетом многофункционального использования техники на облегченном ходу, позволяющем не травмировать почву, эффективно вносить удобрения, проникать на переувлажненные участки и в соответствии с утвержденными графиками сельхозработ производить весь перечень необходимых операций. Фактически речь идет о модернизации машиностроительного комплекса под новые задачи аграрного производства и мелиорации. Адаптированные к переувлажненным землям технические комплексы должны обеспечить рентабельность растениеводства и животноводства. Тем самым перед инженерной наукой ставится задача реализации потенциала биомеханики.

Долгосрочная программа модернизации Припятского региона создает условия для формирования устойчивого госзаказа для машиностроительного комплекса. Огромные перспективы аграрный сектор открывает инженерам, биологам и химикам в области повышения качества и экологической направленности продуктов питания как растениеводческих, так и животноводческих. В данном случае должен быть задействован потенциал биоматериаловедения, на основе которого ученые и инженеры заполняют экспортные технологические ниши собственными разработками и сделать производственные циклы максимально адаптированными к местным ресурсам. Рассматриваемое направление сопрягается с решением задач биоэнергетики. Речь идет о возможности эффективного использования рапса, льна, древе-

сины как источников энергии и тепла. Глубокая модернизация аграрного производства в сочетании с аналогичной модернизацией льнопредприятий, химических производств, технологий переработки рапса может стать важным шагом к достижению значительных объемов экспорта за счет растениеводческой базы.

Биоархитектура отражает тенденцию в строительстве к коэволюционным условиям формирования социокультурного пространства, в рамках которых приоритетное значение отводится биомимикрии урбанизированного ландшафта, реструктуризации уже существующих городских комплексов, формированию идеи экодому как самодостаточного архитектурно-функционального комплекса, включая и самоутилизацию различных производных и побочных процессов. Интерес к развитию биоархитектуры детерминирован также перспективностью агротуризма, что делает необходимым проектирование агроусадоб в соответствии с традиционными знаниями белорусов о растительном, животном мирах и подворьях [1].

За последние 50 лет Беларусь приобрела устойчивое урбанизированное пространство в виде мегаполисов и технотипов. Население обособилось от традиционных способов личного самообеспечения и вышло на стандарты массового потребления промышленных изделий, продуктов питания. В результате в стране сформировался значительный внутренний рынок потребления артефактной продукции. Товарные потоки активно сопровождаются рекламой и упаковкой. Упаковочная отрасль в стране становится все более востребованной по мере выхода белорусской продукции на внешние рынки. Поскольку инерция мышления в этом сегменте экономики была слишком высокой, то на отечественный рынок пришли производители и инвесторы из других стран. Однако большинству специалистов было очевидно, что в стране необходимо иметь собственную базу подготовки специалистов упаковочной отрасли. Речь идет об инженерах способных проектировать, конструировать, утилизировать упаковку, сопровождать ее создание необходимыми дизайнерскими и биотехнологическими решениями. Особенность циркулирования артефактной упаковки в отличие от транспортно-логистической (контейнерной) заключается в быстром выходе

из потребительского цикла. Объемы такой упаковки растут по мере насыщения рынка эстетическими требованиями. Поскольку артефактная упаковка производится из долгоразлагающихся материалов, сбор и переработка ее стала одной из забот городских коммунальных служб. В плоскости теоретического решения вопроса речь идет об исследованиях, связанных с биоупаковкой.

Существуют базовые биологические системы и природные модели, которые могут быть названы праупаковкой – это раковины моллюсков, плоды орехов и цитрусовых, семена растений, яйца животных и птиц. В этих и подобных им биологических приспособлениях наиболее оптимально функционирует основная задача упаковки – предохранять от разрушения внутреннее содержимое. При этом обеспечивается удобная форма, конструкция сохранности и вскрытия (при необходимости самой бионической формы жизни). Так, форма и конструкция скорлупы грецкого ореха позволяет растению не только сохранять ядро, но и перемещать его на большие расстояния, обеспечивая тем самым возможность выживания. Конструктор и дизайнер Виктор Папанек в книге «Дизайн для реального мира» приводит разнообразные примеры того, как изучение особенностей роста растений или строения биологических прототипов подсказывает инженерам решения для оригинальных конструкторских разработок [2]. Три R современной упаковочной отрасли, расшифровывающиеся как *reduce*, *reuse*, *recycle*, обозначают уменьшение количества материалов, идущих на упаковку; сокращение потенциальных отходов; вторичное использование упаковки без повторной обработки, использование переработанных материалов с целью улучшения экологической ситуации. Значительно снизили в весе консервные банки, пластиковые бутылки. Важную роль призваны сыграть био-разлагаемые материалы. Они позволяют возвращать использованные упаковочные артефакты в природный мир и использовать как часть биогумуса. Многие в этом вопросе зависят от ученых-химиков, поскольку именно они способны проследить все этапы контакта артефактной продукции с окружающей средой и выработать соответствующие рекомендации по использованию веществ и материалов в про-

цессе производства упаковки. Проектирование упаковки и связанных с ее производством технологических процессов акцентировано в немалой степени на вопросах безопасности, поскольку упаковочные материалы находятся в непосредственном контакте с пищевыми продуктами, детскими игрушками. Важно добиться того, чтобы упаковка выполняла свои ключевые функции, но при этом не создавала угрозы здоровью людей. Использование высокотехнологичной упаковки ведет к удорожанию самого продукта, но одновременно именно упаковка содержит необходимую информацию о характере артефакта, его экологической и эргономической безопасности. Поэтому выход на подобный уровень деятельности оправдан, поскольку он создает важнейшее условие конкурентоспособности, доступа к мировому рынку. В данном аспекте отражается важная тенденция смещения издержек производства на конструирование и проектирование (опытно-конструкторские разработки) и научные исследования [3].

В Беларуси сделан важный шаг на пути развития информационных технологий, что позволяет реализовывать масштабные системотехнические проекты, связанные с модернизацией транспортно-логистической инфраструктуры, в рамках которой особую роль и эффективность демонстрирует контейнерная упаковка. Транзитные возможности страны огромные, поскольку через ее территорию проходят товарные потоки с севера на юг, с запада на восток и наоборот. Отечественные компании только осваивают подобный вид деятельности. Этапным стал проект «Прилесье», в рамках которого будут отработаны возможности взаимодействия различных структур, инвесторов, государства. Последнее сделало немало для того, чтобы повысить транзитную привлекательность белорусской территории. Крупные европейские и азиатские компании объединили усилия в рамках проекта, призванного продемонстрировать высокотехнологичный потенциал страны, профессиональный уровень менеджмента [4]. Большие перспективы открываются перед белорусской железной дорогой и связанными с ней

предприятиями в рамках трансконтинентальных перевозок между крупнейшими потребителями и производителями артефактной продукции в мире, в первую очередь речь идет о странах Евросоюза и Китае. Таможенный союз евразийских государств придаст этим перспективам реальное наполнение. Задача инженеров заключается в демонстрации не только желания работать в русле системотехнического проектирования, но и более активном освоении инженерного менеджмента, связанного с возможностями модернизации, инновационной деятельности, трансфера технологий. Подобные задачи и одновременно вопросы формулируют специалисты России, для которых утвердительный ответ означает реализацию всей евразийской региональной программы модернизации [5].

#### ВЫВОД

Таким образом, бионика стала частью инженерной деятельности в Беларуси, но ее потенциал еще далек от реализации, что свидетельствует о разнообразных возможностях системотехнической коэволюционной стратегии в стране. Важно, чтобы молодые отрасли получили поддержку, понимание и соответствующие возможности становления, организации вузовской подготовки специалистов, создания соответствующих научно-производственных лабораторий в рамках действующих научно-практических центров, объединяющих десятки предприятий страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шумскі, К. А. Традыцыйныя веды беларусаў аб раслінным, жывельным свеце і надвор'і (XIX – пачатак XXI ст.) і іх экалагічная значнасць / К. А. Шумскі. – Мінск, 2009.
2. Папанек, В. Дизайн для реального мира / В. Папанек. – М., 2004.
3. Ракитов, А. И. // Вопросы философии. – 2009. – № 10. – С. 60–69.
4. Прилесье. – Минск, 2009.
5. Модернизация России: условия, предпосылки, шансы: сб. статей и материалов. – М., 2009.

Поступила 06.05.2010