

## Экобионика — новая парадигма технологического развития человечества

© Ю.Т. Каганов<sup>1</sup>, Г.Г. Малинецкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

<sup>2</sup>Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, 125047, Россия

*Рассмотрена проблема формирования нового представления о технологическом развитии человечества. Она связана с созданием нового научного направления — экобионики. Представлены основные характеристики этого направления. Если бионика работает с тактикой промышленного развития, то экобионика изучает стратегию преобразования техносферы и проектирования будущего. Последнее представляется особенно важным. В точке бифуркации, в которой сейчас находится человечество, одна из ветвей связана с откатом назад, с повторением XX в., когда произошло несколько мировых войн. Развитие экобионики и доведение результатов исследований в этом направлении до практического приложения может помочь человечеству избежать катастрофы в его историческом развитии. Научной и методической основой для развития бионики может служить теория самоорганизации, или синергетика. С позиций экобионики рассмотрена эволюция техносферы. Сделаны выводы о том, что экобионика в качестве новой метанауки ставит принципиальные вопросы возможности дальнейшего развития человечества как популяции и как вида. Исследования в этой области позволяют по-новому взглянуть на принципы построения современной науки. Опираясь на идеи синергетики и теории самоорганизации, экобионика дает ключ к пониманию возможностей дальнейшего технологического развития человечества.*

**Ключевые слова:** экобионика, бионика, техносфера, проектирование будущего, синергетика, универсальный эволюционизм, искусственный интеллект

Человечество вступило в третье тысячелетие. В результате оно столкнулось с новыми вызовами, беспрецедентными за всю историю как своего развития, так и биосферы в целом. Это породило, в свою очередь, существенные изменения в формировании новой парадигмы науки. Требуется принципиально новый подход к научному восприятию мира. Разработка теории самоорганизации, которая воплотилась в направлении метатеории, получившей название «синергетика», стало ключевым при осмыслении взаимодействия человечества и окружающей природы [1]. Уже в XXI столетии существование человечества как биологического вида находится под вопросом. Нарастающая опасность экологического кризиса, который с неизбежностью приведет к всемирной экономической и политической катастрофе, становится все более явной [2]. Человечество должно выработать в чрезвычайной ситуации по историческим меркам отрезок времени беспрецедентные решения по выходу из глобального кризиса. Никогда еще

человеческому сообществу не приходилось решать столь грандиозные по своим масштабам и значимости задачи [3, 4].

Становится очевидным, что роль человечества в истории развития планеты Земля и, возможно, всей Солнечной системы далеко не ординарна. В настоящее время можно констатировать: человечество является наиболее мощным геологическим фактором, который может привести к резкому изменению структуры биосферы. Человек становится ведущим фактором эволюции. Уже в относительно недалеком будущем можно представить два исключаящих друг друга сценария. Один из них, это переход на новую ступень развития, связанную с выработкой *биосоциальных механизмов* управления обществом и выходом человека в Космос. Второй сценарий, который связан с дальнейшим развитием негативных тенденций в биосфере, предполагает полное уничтожение человечества как биологического вида.

Великий русский мыслитель, основатель биогеохимии В.И. Вернадский писал: «Человеческое общество все более выделяется по своему влиянию на среду. Это общество становится в биосфере единственным в своем роде агентом, могущество которого растет с ходом времени со все увеличивающейся быстротой. Оно одно изменяет новым образом и с возрастающей быстротой структуру самих основ биосферы» [4]. Идея о том, что человек становится ведущим фактором эволюции, была сформулирована в 1930-х годах не только Вернадским. Сходный подход выдвигал в Великобритании биолог Дж. Хаксли, во Франции — философ Э. Ле Руа, палеонтолог П. Тейяр де Шарден [5]. В настоящее время эту идею успешно развивают отечественные ученые — последователи академика Н.Н. Моисеева [6].

Прежде всего, отрицательное воздействие людей на окружающую среду связано с их технологической деятельностью. Экологическая катастрофа, прогнозируемая уже в XXI столетии, висит как дамоклов меч над историческим развитием человечества. Начиная с работ, связанных с докладами Римскому клубу [7], исследования в области глобальных экологических последствий *техногенеза* все в большей степени превращаются в стержневые направления различных областей знания. Необходим тщательный философский и естественно-научный анализ причин и возможных путей выхода из экологического кризиса. Для этого следует проанализировать тенденции развития техники и наметить контуры дальнейшего технологического развития человечества.

Крупнейший советский генетик Н.В. Тимофеев-Ресовский отмечал: «Человечество сейчас встало перед необходимостью сознательно планировать и детально предвидеть результаты все большего вмешательства в прежде стихийные процессы, идущие в биосфере Земли» [8]. Сознательное управление эволюцией биосферы выдвигается

как одна из самых актуальных теоретических задач. Становится все более очевидным, что от успешного ее решения зависит будущее человечества. Наступило время, когда человечество вынуждено принять на себя ответственность не только за ход научно-технической революции, но и за вызванную научно-техническим прогрессом революцию биосферы [8].

Появление Homo Sapiens и неолитическая революция, приведшая к возникновению техногенной цивилизации, неслучайны. Они являются естественным ходом развития биосферы и обусловлены выходом на новый уровень эволюции, связанный с процессом самоорганизации биосферы и формированием *ноосферы*. К этой проблематике также относится выход человека в космос [9, 10]. Поэтому одной из важнейших задач является построение общей концепции технологического развития человечества как естественного развития биосферы.

Неслучайно также и то, что кризис, который переживает современная наука, совпал с кризисом исторического развития человечества. Происходит довольно быстрая смена господствовавшей научной парадигмы, связанной с опорой на линейный детерминизм, новой парадигмой, основанной на «нелинейном мышлении». Исследования в области нелинейной и стохастической динамики, и, в особенности, работы 1970-х годов И. Пригожина по теории диссипативных систем [11, 12], Г. Хакена по *синергетике* [13], М. Эйгена по теории гиперциклов [14], а также труды отечественных ученых [15], приводят к смене традиционной картины мира. Благодаря этим работам постепенно раскрывается тайна *самоорганизации и морфогенеза*.

Идеи самоорганизации проникают во многие научные дисциплины. Одним из наиболее важных полигонов для отработки идей самоорганизации является создание синергетических (нелинейных, динамических) моделей биосферных и экологических систем. Здесь наиболее важна проблема построения такой модели мира, в которой техногенное развитие человечества было бы согласовано с развитием биосферы. Но возникает вопрос: каким образом согласовать развитие техногенной цивилизации или, более конкретно, технических систем с формированием и развитием биосферных и экологических процессов? Для этого, очевидно, необходима выработка новой концепции технологического развития человечества, опирающаяся на новую научную парадигму. В качестве одной из таких концепций предлагается концепция *экобионики*, основанная на представлениях о технической деятельности человека как самоорганизующихся процессах деятельности биосферы.

Экобионика как новая научная область является метанаукой. Она формируется на основе таких научных дисциплин, как общая теория систем, кибернетика, синергетика, которые также были (и остаются)

метанауками. Ее особенность — ориентация на глобальные проблемы человечества, что находит отражение в идеях глобального эволюционизма [6, 9].

Экобионика — принципиально новая концепция техники, которая рассматривает феномен техники как часть развивающейся биосферы. В связи с этим технологическое развитие человечества трактуется как необходимое условие перехода современных биосоциальных и социотехнических структур в ноосферные структуры. Такой переход предполагает разработку технических систем с возможностью изначального их встраивания в биосферную динамику. Исследования в данном направлении основаны на изучении фундаментальных процессов, свойственных живым системам. Прежде всего это явления самоорганизации и возникновения структурной информации, т. е. появления новых информационных связей и фиксация их в виде материальных структур. Такого рода исследования сконцентрировались вокруг теории нелинейных динамических систем, которая получила общее название — синергетика. Вместе с тем технические (технологические) аспекты синергетики в настоящее время разработаны недостаточно. Наиболее перспективное направление дальнейшего развития техники связано с его «биологизацией». В связи с этим открываются широкие возможности как в плане разработки новых технических концепций, так и в решении глобальных проблем взаимодействия техники и биосферы.

Прежде чем рассмотреть основную концепцию экобионики, обратимся к тем причинам, которые привели к необходимости смены прежних представлений взаимодействия техники и биосферы.

Существовавшее в XIX в. и приблизительно до начала 1960-х годов в среде технической интеллигенции представление о неограниченности ресурсов биосферы и независимости деятельности человека от окружающей его среды было поколеблено появлением первых работ алармистского направления. Прежде всего, трудами участников Римского клуба. Впервые в истории человечества были очерчены грозные последствия экологической катастрофы. Это было серьезным предупреждением опасности неуправляемого технологического прогресса.

Сбалансированность потоков биологического синтеза и разложения вещества в биосфере поражает своей точностью. Совпадение их друг с другом составляет десятые доли процента, образуя сложную систему замкнутых биохимических циклов. Нарушения этой цикличности проявляются в истории биосферы в форме экологических кризисов: локальных, региональных и глобальных. Современный кризис, безусловно, является глобальным. Его можно определить как неразрешимое *противоречие между* утвердившейся в истории цивилизации

практикой природопокорительского отношения общества к окружающей среде, берущей начало в неолитической революции, и способностью биосферы поддерживать систему естественных биогеохимических циклов самовосстановления. Если указанные циклы совершаются со скоростью в сотни и многие тысячи лет, то техногенные процессы имеют скорость на порядок, а в последнее время на несколько порядков выше. В результате человечество потребляет сейчас более 10 % всей продукции биосферы [2, 7]. Именно это приводит к непоправимым перекосам в функционировании биосферы.

Палеонтологи выделяют пять глобальных вымираний. Например, около 66 млн лет назад погибло 16 % семейств морских животных и 18 % сухопутных — разрушены оказались почти все сложившиеся экосистемы, с лица Земли исчезло три четверти всех видов. Далее экосистемы восстанавливаются, но уже без главной доминанты мезозоя — динозавров [9, 16]. Произошедшее показало уязвимость сложных систем с высокой специализацией входящих в них видов. Однако именно такими сферами являются биосфера, техносфера, социальное и информационное пространство. Естественно, развивая экобионику, важно выяснить «окна уязвимости» и позаботиться, чтобы с человечеством подобных событий (в той мере, в которой это зависит от него) не произошло.

В замечательной книге М.М. Камшилова «Эволюция биосферы», написанной еще в 1974 г., так определяется понятие *организованности биосферы*: «Организованность биосферы — явление многоплановое. В самом крупном плане биосфера представляет собой единство живого и минеральных элементов, вовлеченных в сферу жизни. Существенная составная часть единства — биотический круговорот, основанный на взаимодействии организмов, создающих и разрушающих органическое вещество» [16].

Живая часть *биогеоценоза* — *биоценоз* — складывается из популяций организмов, принадлежащих к разным видам. В распределении видов в составе биоценоза обнаруживаются интересные закономерности. Оказалось, например, что чем меньше вес организма, тем больше его численность.

Так как каждый биогеоценоз включает все основные экологические группы организмов, он по своим потенциям равен биосфере. Это своего рода первичная ячейка эволюции. Биотический круговорот в пределах биогеоценоза — основа длительного его существования — своеобразная модель биотического круговорота Земли.

Устойчивость биосферы в целом, ее способность эволюционировать, в значительной мере определяется тем, что она представляет собой систему относительно независимых биогеоценозов. Ведь взаимо-

связи между биогеоценозами в основном ограничиваются связями посредством неживых компонентов биосферы: газов атмосферы, минеральных солей, воды.

Биосфера представляет собой иерархически построенное единство, включающее следующие уровни жизни: особь, популяцию, биоценоз, биогеоценоз. Каждый из перечисленных уровней обладает относительной независимостью, что обеспечивает возможность эволюции всей большой макросистемы.

Аналогичные процессы можно отметить и в формировании технических систем. За время существования человечества и, в особенности, в последнее столетие они оформились в виде новой глобальной системы, охватывающей всю планету, которая получила название «*техносфера*» [17, 18]. Возникает естественный вопрос: насколько правомерно перенесение определенных понятий биологической науки и, в частности экологии, которые ориентированы на исследование естественных объектов, на системы искусственного происхождения?

Трактовка технических систем как органопроекции человека и других живых систем предполагает аналогию и связь между техническими системами и живыми организмами. Это нашло отражение в появлении такого направления, как *бионика*. Девизом бионики, возникшей в начале 1960-х годов, стал принцип «живые прототипы — ключ к новой технике». Казалось, что достаточно использовать многие идеи и конструктивные решения, заложенные в живых системах, и можно будет создавать принципиально новые технические конструкции. Однако такой путь оказался тупиковым. Метод простой аналогии без разработки глубокой теоретической основы, лежащей за рамками чисто технической проблематики, не мог привести к существенным результатам.

Такой теоретической основой стала разработка проблемы самоорганизации в новой междисциплинарной области знания — *синергетике*. Идеи синергетики, возникшие в конце 1960-х — начале 1970-х годов, были дальнейшим продолжением исследований в области термодинамики неравновесных процессов, нелинейной динамики систем, химической кинетики и самоорганизации биологических макромолекул. Синергетика внесла в науку представление о механизмах самоорганизации в различных естественных и искусственных системах. Возникновение новой системы в процессе самоорганизации всегда связано с формированием новой структурной информации, проявляющейся в новых информационных связях и новых конструкциях живых или искусственных систем.

Таким образом, появление новой научной парадигмы повлекло за собой новое представление о дальнейшем развитии технического прогресса. Это отразилось в формировании эволюционного, биологического подхода к анализу технических систем, в переходе от

метода аналогии к использованию фундаментальных закономерностей, лежащих в основе процессов самоорганизации и функционирования систем любой природы. Таков переход от концепции бионики к идеям экобионики.

Безусловно, существует преемственная связь между бионикой и экобионикой. Экобионика опирается на идеи бионики, хотя значительно отличается от нее. Экобионика как теоретическая и практическая система концепций разработки новой техники во многом опирается на теоретический аппарат синергетики. Новая техника должна вписываться в биосоциальные структуры биосферы. Такая задача не может быть решена без исследования процессов самоорганизации как в естественных, так и в искусственных системах.

Экобионика, являясь комплексной системой знаний в области техники, биологии, экологии и синергетики, становится точкой роста целостного восприятия мира и формирования новой философии. Экобионика — один из наиболее важных элементов теории ноосферы. Поскольку именно новая техника, согласованная с физическими и биосоциальными процессами, становится той ступенью, которая позволит выйти из кризиса и подняться в область ноосферы.

Необходим стратегический прогноз, проектирование будущего, управление рисками грядущих перемен и конкретные меры, которые позволяют пройти современную бифуркацию наилучшим образом. Ключ к этому дает экобионика. Процесс формирования ноосферы как высшей формы организации биосферы должен пройти несколько этапов. Человечество сейчас, по-видимому, находится на самом начальном этапе. Перестройка биосферы, связанная с формированием ее в ноосферу, пронизывает все уровни организации биосферы. В настоящий момент эта перестройка носит кризисный характер. Однако в дальнейшем вращение искусственных систем в естественные должно привести к устойчивости этого симбиоза, к появлению нового качества, связанного с большей адаптивной способностью биосферы противостоять вредным возмущениям [17, 19]. Данный процесс носит самоорганизующийся характер, и человечество является центральным механизмом самоорганизации.

В природе сложились самовоспроизводящиеся структуры, в которых одни поколения сменяют другие, гибко реагируя на изменение окружающей среды и самостоятельно формируя эту среду. Сложившаяся многоуровневая структура биогеоценоза, популяций, отдельных организмов формировалась самопроизвольно, стихийно в результате многократных взаимодействий без какого-либо управления извне. Поэтому в основе экобионики должна лежать *теория самоорганизации*, или *синергетика* (от греч. «совместное действие»). Этот междисциплинарный подход представляет собой сферу исследований *на пересечении пространств предметного знания, математического*

моделирования и философской рефлексии. Синергетика не только опирается на идеи этих научных направлений, но и сама преобразует их [1, 15].

В ходе самоорганизации сложился круг воспроизводства биосферы, обществ, экономики, организмов. Люди являются звеном в цепочке поколений, использующим результаты предшественников и создающим задел для будущего. Исследование и совершенствование соответствующих механизмов должно быть основой для эковионики.

Одним из главных механизмов самоорганизации является дарвиновская триада *наследственность — изменчивость — отбор*. Выдающийся математик, мыслитель, философ Н.Н. Моисеев (1917–2000) считал, что данный механизм относится не только к биологической эволюции и развитию экономики. Исходя из этого, он разработал философский подход, который назвал *универсальным эволюционизмом*.

Объем невосполнимых ресурсов уменьшается. В современных условиях на Земле человечество, вероятно, не смогло бы пройти тот путь развития технологической цивилизации, который уже миновал. Стихийное развитие реальности, в котором человечество активно участвовало в течение многих веков, исчерпало свои возможности. Генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш сравнил в 2020 г. происходящее в мире со скачкой воинов Апокалипсиса по планете, которую описывал Иоанн Богослов, предвидя последние дни перед катастрофой.

Человечество является техногенной цивилизацией. Самоорганизация привела к созданию инструментов, важных для организации коллективных действий. Это позволило передавать *жизнеспасающие технологии* в пространстве (из региона в регион) и во времени (от поколения к поколению) и, в конечном счете, создать современное технологическое пространство. Ключевыми задачами науки являются *прогноз, управление, создание технологий*.

Важнейшим событием в технологическом пространстве, заслуживающим детального исследования с позиций эковионики, является превращение математики в отрасль промышленности. Совершенствование этой отрасли имеет стратегическое значение для цивилизаций, соперничающих в борьбе за невосполнимые природные ресурсы.

Развитие математической отрасли парадоксально. Обычно телегу ставят позади лошади: сначала ставится проблема, а затем создаются инструменты для ее решения. С созданием вычислительной техники все произошло иначе — ни одна технология не развивалась в таком темпе. Инструмент многократно опередил потребности настоящего времени.

Степень интеграции элементов на кристалле  $Q$  (а с ней и быстродействие компьютеров) более полувека развивается в геометрической прогрессии в соответствии с законом Мура  $Q \sim 2(t/2\text{года})$ .

В результате этого быстродействие компьютеров увеличилось за прошедшее время в 1018 раз по сравнению с первыми образцами. В мире сейчас работает более 6,2 млрд компьютеров. Эта техника преобразила мир. Достаточно проехать в вагоне метро, чтобы убедиться, что почти все сидят, уткнувшись в смартфоны. Развитие компьютерного пространства привело к тому, что значительная часть населения превратилась из экстравертов в интровертов.

Следующая проблема, решение которой не требует промедления, — *ресурсный переход*. Необходимо резко уменьшить объем использования невозполнимых ресурсов. Великий русский химик Д.И. Менделеев считал, что в природе нет отбросов (отходов), а есть ресурсы, которые надо научиться использовать. По его мысли, топить нефтью и газом так же «разумно», как бросать в печь ассигнации. Должна произойти революция в производстве материалов. Пластики, заменяющие железо и сталь, в 3-4 раза дороже данных металлов. Основная доля энергии, идущей на производство материалов, вкладывается в металлургию. Человечество все еще живет в «железном веке».

Становится необходимым переход от линейной к *циклической экономике*, предусматривающей многократное использование созданного: «Мы не так богаты, чтобы использовать дешевые вещи». В циклической экономике критерием ее успешности становится не рост ВВП, а качество управления запасами. Невозполнимых природных ресурсов осталось гораздо меньше, чем хотелось бы, поэтому человечеству придется быть «цивилизацией старьевщика». Чем раньше это будет осознано и будут приняты необходимые меры, тем выше станет уровень жизни следующих поколений.

Технические возможности уже сейчас позволяют делать автомобили с пожизненной гарантией. Вакуумный транспорт, в котором по трубе на магнитном сверхпроводящем подвесе доставляются грузы со «сверхсамолетной» скоростью (до 6400 км/ч), позволяет многократно уменьшить энергетические расходы на транспортную систему. В Швейцарии молоко продают в бутылках, которые в среднем используются 27 раз. Во многих странах уже создаются элементы циклической экономики.

Актуальным в настоящее время является ответ России на санкции Запада. Он очевиден — это переход к созданию добротных вещей с очень длительным или бесконечным сроком использования. В терминах биологии это называется *ароморфозом* — выходом в процессе эволюции на принципиально новый уровень.

Еще одной проблемой, вписывающейся в проблематику экобионики, является проблема создания искусственного интеллекта. Она носит двойственный характер. С одной стороны, создание систем

искусственного интеллекта может позволить строить модели технологического будущего, с помощью которых будут найдены варианты развития технологий, вписывающихся в биосферные процессы. С другой стороны, сам искусственный интеллект представляет собой огромную опасность. Экобионический подход к разработке искусственного интеллекта позволит смягчить эту опасность.

В течение многих лет участники семинара «Экобионика» в МГТУ им. Н.Э. Баумана разрабатывали подходы, направленные на использование стратегий, оказавшихся эффективными в биосфере, в формировании техносферы, в научной, технологической, экономической, образовательной политике страны и мира [20, с. 25–30].

В современном мире жизненно необходимы стратегический прогноз, проектирование будущего, управление рисками грядущих перемен и конкретные меры, которые позволят пройти современную бифуркацию наилучшим образом. Ключ к этому дает экобионика.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Малинецкий Г.Г. *Синергетика — новый стиль мышления: Предметное знание, математическое моделирование и философская рефлексия в новой реальности*. Москва, URSS, 2022, 288 с.
- [2] Леш Г., Кампхаузен К. *Самоликвидация человечества*. Минск, Дискурс, 2018, 464 с.
- [3] Моисеев Н.Н. *Быть или не быть человечеству?* Москва, б/и, 1999, 289 с.
- [4] Вернадский В.И. *Биогеохимические очерки*. Москва, АН СССР, 1940, 312 с.
- [5] Шарден П.Т. де. *Феномен человека*, Москва, Наука, 1987, 240 с.
- [6] Моисеев Н.Н. *Человек и ноосфера*. Москва, Молодая Гвардия, 1990, 351 с.
- [7] Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й., Беренс Ш.У. *Пределы роста*. Москва, Прогресс, 1991, 205 с.
- [8] Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. *Краткий очерк теории эволюции*. Москва, Наука, 1969, 407 с.
- [9] Ильин И.В., Урсул А.Д., Урсул Т.А. *Глобальный эволюционизм: Идеи, проблемы, гипотезы*. Москва, Изд-во МГУ, 2012, 616 с.
- [10] Аллен Д., Нельсон М. *Космические биосферы*. Москва, Прогресс, 1991, 210 с.
- [11] Гленсдорф П., Пригожин И. *Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций*. Москва, URSS, 2003, 280 с.
- [12] Николис Г., Пригожин И. *Самоорганизация в неравновесных системах*. Москва, Мир, 1979, 512 с.
- [13] Хакен Г. *Синергетика*. Москва, Мир, 1980, 404 с.
- [14] Эйген М., Шустер П. *Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул*. Москва, Мир, 1982, 272 с.
- [15] Малинецкий Г.Г. *Пространство синергетики. Взгляд с высоты*. Москва, URSS, 2017, 248 с.
- [16] Камшилов М.М. *Эволюция биосферы*. Москва, Наука, 1974, 256 с.
- [17] Кудрин Б.И., ред. *Становление философии техники: Техническая реальность и технетика. Вып. 18. Ценологические исследования*. Москва, Центр системных исследований, 1997, 247 с.

- [18] Кудрин Б.И. *Введение в технетику*. Томск, Изд-во Томского ун-та, 1993, 384 с.  
[19] Зубаков В.А. *XXI век. Сценарии будущего: Анализ последствий глобального экологического кризиса*. Санкт-Петербург, СПбГМТУ, 1995, 86 с.  
[20] Каганов Ю.Т. Экобионическая концепция техники XXI века (синергетический подход). *VI Международный Форум по информатизации. МФИ-97*. Москва, 1997, 113 с.

Статья поступила в редакцию 11.10.2023

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Каганов Ю.Т., Малинецкий Г.Г. Экобионика — новая парадигма технологического развития человечества. *Гуманитарный вестник*, 2023, вып. 5.  
<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2023-5-868>

**Каганов Юрий Тихонович** — канд. техн. наук, доцент кафедры «Теоретическая информатика и компьютерные технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
e-mail: [yurijkaganov@gmail.com](mailto:yurijkaganov@gmail.com)

**Малинецкий Георгий Геннадьевич** — д-р физ.-мат. наук, профессор, руководитель сектора «Нелинейная динамика» ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.  
e-mail: [gmalin@keldysh.ru](mailto:gmalin@keldysh.ru)

## Ecobionics as a new paradigm in the humanity technological development

© Yu.T. Kaganov<sup>1</sup>, G.G. Malinetsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

<sup>2</sup>Keldysh Institute of Applied Mathematics, RAS, Moscow, 125047, Russia

*The paper considers a problem of forming a new idea on the mankind technological development. This idea is associated with creation of a new scientific direction — ecobionics. Main characteristics of this area are presented. If bionics specializes in the industrial development tactics, ecobionics studies the strategy of transforming the technosphere and designing the future. The latter appears to be especially important. At the bifurcation point, where the mankind is staying right now, one of the approaches is associated with a rollback, i.e. repetition of the 20th century, when several world wars occurred. Ecobionics development and practical implementation of results of the research in this area are able to assist the mankind in avoiding a catastrophe in its historical development. Bionics scientific and methodological development could be based on the theory of self-organization or synergetics. Technosphere evolution is considered from the perspective of ecobionics. It is concluded that ecobionics, as a new metascience, raises fundamental problems on the possibility of the mankind further development as a population, and as a species. Research in this area makes it possible to take a fresh look at the principles of constructing the modern science. Based on the ideas of synergetics and the theory of self-organization, ecobionics provides the key to understanding possibilities for the mankind further technological development.*

**Keywords:** ecobionics, bionics, technosphere, designing future, synergetics, universal evolutionism, artificial intelligence

### REFERENCES

- [1] Malinetsky G.G. *Sinergetika — novyi stil myshleniya: Predmetnoe znanie, matematicheskoe modelirovanie i filosofskaya refleksiya v novoy realnosti* [Synergetics — a new style of thinking: Subject knowledge, mathematical simulation and philosophical reflection in the new reality]. Moscow, URSS Publ., 2022, 288 p.
- [2] Lesch H., Kamphausen K. *Die Menschheit schafft sich ab*, Knauer TB, 2018 [In Russ.: Lesh G., Kamphauzen K. Samolikvidatsiya chelovechestva. Minsk, Diskurs Publ., 2018, 464 p.].
- [3] Moiseev N.N. *Byt ili ne byt chelovechestvu?* [To be or not to be for humanity?]. Moscow, n/i, 1999, 289 p.
- [4] Vernadsky V.I. *Biogeokhimicheskie ocherki* [Biogeochemical essays]. Moscow, AN SSSR Publ., 1940, 312 p.
- [5] de Chardin P.T. *Le phénomène humain*. Éditions du Seui, 1955 [In Russ.: Pyer Teyar de Sharden. Fenomen cheloveka. Moscow, Nauka Publ., 1987, 240 p.].
- [6] Moiseev N.N. *Chelovek i noosfera* [Man and the noosphere]. Moscow, Molodaya Gvardiya Publ., 1990, 351 p.
- [7] Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. *The Limits to Growth*, Potomac Associates — Universe Books, 1972 [In Russ.: Medouz D.Kh., Medouz D.L., Randers Y., Berens Sh.U. Predely Rosta. Moscow, Progress Publ., 1991, 205 p.].

- [8] Timofeev-Resovsky N.V., Vorontsov N.N., Yablokov A.V. *Kratkiy ocherk teorii evolyutsii* [Brief essay on the theory of evolution]. Moscow, Nauka Publ., 1969, 407 p.
- [9] Ilyin I.V., Ursul A.D., Ursul T.A. *Globalnyi evolyutsionizm: Idei, problemy, gipotezy* [Global evolutionism: Ideas, problems, hypotheses]. Moscow, MGU Publ., 2012, 616 p.
- [10] Allen D., Nelson M. *Space biospheres*. Synergetic Pr., 1989 [In Russ.: Allen D., Nelson M. Kosmicheskie biosfery. Moscow, Progress Publ., 1991, 210 p.].
- [11] Glensdorf P., Prigozhin I. *Termodinamicheskaya teoriya struktury, ustoychivosti i fluktuatsiy* [Thermodynamic theory of structure, stability and fluctuations]. Moscow, URSS Publ., 2003, 280 p.].
- [12] Nikolis G., Prigozhin I. *Samoorganizatsiya v neravnovesnykh sistemakh* [Self-organization in the non-equilibrium systems]. Moscow, Mir Publ., 1979, 512 p.
- [13] Haken H. *Synergetics*. Springer-Verlag [In Russ.: Khaken G. Sinergetika. Moscow, Mir Publ., 1980, 404 p.].
- [14] Eigen M., Schuster P. *The hypercycle. A principle of natural self-organization*. Springer-Verlag, 1977 [In Russ.: Eygen M., Shuster P. Gipertsikl. Printsipy samoorganizatsii makromolekul. Moscow, Mir Publ., 1982, 272 p.].
- [15] Malinetsky G.G. *Prostranstvo sinergetiki. Vzglyad s vysoty* [Space of synergetics. View from above]. Moscow, URSS Publ., 2017, 248 p.
- [16] Kamshilov M.M. *Evolutsiya biosfery* [Evolution of the biosphere]. Moscow, Nauka Publ., 1974, 256 p.
- [17] Kudrin B.I., ed. *Stanovlenie filosofii tekhniki: Tekhnicheskaya realnost i tekhnika. Vyp. 18. Tsenologicheskie issledovaniya* [The formation of the philosophy of technology: Technical reality and technetics. Vol. 18. Cenology research]. Moscow, Tsentr Sistemnykh Issledovaniy Publ., 1997, 247 p.
- [18] Kudrin B.I. *Vvedenie v tekhnietiku* [Introduction to technetics]. Tomsk, Tomsk University Publ., 1993, 384 p.
- [19] Zubakov V.A. *XXI vek. Stsenarii buduschego: Analiz posledstviy globalnogo ekologicheskogo krizisa* [XXI Century. Future scenarios: Analysis of the consequences of the global environmental crisis]. St. Petersburg, SPbGMTU Publ., 1995, 86 p.
- [20] Kaganov Yu.T. *Ekobionicheskaya kontseptsiya tekhniki XXI veka (sinergeticheskiy podkhod)* [Ecobionic concept of technology in the 21st century (synergetic approach)]. In: *VI Mezhdunarodnyi Forum po informatizatsii. MFI-97* [VI International Forum on Informatization. IFI-97]. Moscow, 1997, 113 p.

**Kaganov Yu.T.**, Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Department of Theoretical Informatics and Computer Technologies, Bauman Moscow State Technical University.  
e-mail: yurikaganov@gmail.com

**Malinetsky G.G.**, Dr. Sc. (Phys.-Math.), Professor, Head of Sector of the Nonlinear Dynamics, Keldysh Institute of Applied Mathematics, RAS. e-mail: gmalin@keldysh.ru