

ОПУБЛИКОВАНО:

Суздалева А.Л. Системная техноэкология и управляемые природно-технические системы // Безопасность в техносфере. 2016. Т. 5. №. 3. С. 6-14.

Suzdaleva A.L. System technoecology and managed nature-technical systems // Bezopasnost' v tekhnosfere (Safety in Technosphere). 2016. V.5, I.3: p. 6-14.

Дополнительная информация на сайте: www.ntsyst.ru

УДК 504.7

Системная техноэкология и управляемые природно-технические системы

А.Л. Суздалева, профессор кафедры ИЭиОТ НИУ МЭИ, докт. биол. наук

Результатом техногенной трансформации окружающей среды является образование динамично развивающихся систем, обозначаемых термином «природно-технические системы». Уже в ближайшем будущем в этих системах будет существовать не только человек, но и большинство обитающих на Земле организмов. Поэтому сохранение благоприятных условий в природно-технических системах становится все более актуальной задачей. Единственно возможный путь решения проблемы заключается в создании специальных инженерно-технических систем – «экологических регуляторов». Экологическими регуляторами регионального масштаба могут служить крупные гидроэлектростанции. Они защищают обширные территории от аномальных засух и наводнений. Экологические регуляторы большего масштаба могут быть созданы при строительстве систем по межбассейновому перераспределению ресурсов пресной воды. Развитие парникового эффекта вызывает изменение нормы атмосферных осадков в различных районах Земли. В одних регионах их объем катастрофически сокращается, в других аномально возрастает. Это становится причиной гибели урожая, голода, распространения эпидемий и неконтролируемых массовых миграций населения. Катастрофические засухи и наводнения также вызывают деградацию естественных экосистем. Управляемые природно-технические системы, создаваемые на основе объектов межбассейнового перераспределения водных ресурсов, одновременно позволят сохранить геополитическую стабильность и биоразнообразие во многих регионах. Успешная реализация этих задач на практике невозможна без развития надежной научно-методологической основы, включающей комплексное изучение технических и экологических проблем. Это является предметом изучения новой научной дисциплины – системной техноэкологии.

Ключевые слова: техногенез, техносфера, экологический регулятор, сохранение биоразнообразия, устойчивое развитие.

System technoecology and managed nature-technical systems

A.L. Suzdaleva, Doctor of Biological Sciences, Professor, National Research University "MPEI"

The result of the technogenic transformation of the environment-is the formation of dynamic systems, denoted by the term «nature-technical systems». In the near future in these systems will exist not only people, but also most living organisms of the Earth. Therefore, the saving of favorable conditions in nature-technical systems becomes an increasingly actual task. The only possible way to solve this problem is to create a special engineering systems – «ecological regulators». Ecological regulators at the regional level can serve as large hydroelectric power stations. They protect vast areas against abnormal droughts and floods. Ecological regulators of larger

scale can be created during the installation of systems for interbasin freshwater resources transmission. The development of greenhouse effect causes a change in the rate of atmospheric fallout in different parts of the Earth. In some regions they decline catastrophically, somewhere else they increase abnormally. This causes bad harvests, hunger, the spread of epidemics and uncontrolled mass migrations. The disastrous droughts and floods also cause degradation of natural ecosystems. Managed nature-technical systems created on the base objects of interbasin water resources transmission at the same time will keep the geopolitical stability and conserve biodiversity in many regions. Successful implementation of these tasks, in practice, is impossible without the development of a reliable scientific-methodological basis, which includes a comprehensive study of the technical and environmental problems. This is the subject of study of the new scientific discipline – system technoecology.

Keywords: technogenesis, technosphere, ecological regulators, biodiversity conservation, sustainable development.

ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМУ

Возникновение техносферы, то есть части биосферы, условия в которой преобразованы производственной деятельностью человека [1,2] сопровождалось существенной перестройкой протекающих в ней физико-химических и биогеохимических процессов [3]. Результатом стало возникновение среды, которая во многом отлична от естественной, но в которой, вместе с тем, обитает значительная часть населения Земли и других, населяющих нашу планету организмов. Но как это ни парадоксально звучит, науки, предметом изучения которой являлась бы собственно техносфера, в настоящее время еще не существует. Четко не сформулирован круг приоритетных задач и общие методологические принципы исследования техносферы.

Вместе с тем, востребованность такой научной дисциплины сомнений не вызывает. Только на основе изучения техносферы, как целостного предмета исследования, можно выработать стратегию действий, которая позволит сохранить жизнь на планете во всем ее многообразии. Следует подчеркнуть, что успехом этой деятельности можно считать только формирование и устойчивое сохранение в пределах техносферы всего комплекса благоприятных условий окружающей среды, а не создание систем контроля, не допускающего превышения приемлемого уровня воздействия отдельных техногенных факторов. Научно-технический прогресс сопровождается постоянным появлением принципиально новых по своей природе воздействий технической деятельности. Некоторые из них могут иметь катастрофические последствия, сделав условия среды неблагоприятными для существования многих видов организмов и человека, даже при допустимом уровне воздействия всех иных техногенных факторов. Примером может служить

спровоцированный добычей полезных ископаемых крупномасштабный подъем к поверхности океана холодных глубинных вод, который на данный момент не рассматривается как загрязнение в числе негативных техносферных процессов. Вместе с тем, он способен вызвать аномальные гидрометеорологические явления (эффект «Эль-Ниньо»), захватывающие районы, даже весьма удаленные от точки подъема вод [4]. Кроме того, все чаще наблюдаются эффекты совместного проявления уже хорошо изученных техногенных факторов, приводящие к своевременно не спрогнозированным и нередко катастрофическим результатам. Примером может служить явление сенсбилизации или «экологического резонанса» нескольких загрязнителей, одновременно попадающих в окружающую среду в количествах, не превышающих установленные нормативы [5].

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОСФЕРЫ

Несмотря на объективные предпосылки для развития самостоятельного направления, предметом изучения которого являлись общие закономерности формирования и динамики структурно-функциональной организации техносферы, развитие научной мысли в данной области происходило по иному сценарию. *Специалисты из различных сфер производственной деятельности*, обеспокоенные ухудшением экологических условий, *стали исследовать* эти негативные явления, *стараясь не выходить за рамки своей области*. В течение непродолжительного времени *возник* большой комплекс новых экологических дисциплин, каждая из которых имеет свой собственный предмет исследования, связанный с определенной формой технической деятельности, и свою методологию исследования, соответствующую природе данного предмета. Среди наиболее известных направлений можно указать *промышленную экологию* [6] и близкую к ней *инженерную экологию* [7], изучающих воздействие на окружающую среду промышленных объектов и сооружений; *сельскохозяйственную экологию* [8], в число основных предметов изучения которой входит техногенная трансформация природной среды. В качестве отдельного направления развивается *урбоэкология*, исследующая экологические проблемы, обусловленные одним из главных процессов, ведущих к расширению границ техносферы [9, 10]. Существуют и многочисленные экологические дисциплины, предметом которых являются отдельные формы техногенного воздействия: *химическая экология* [11], *физическая экология* [12], *радиационная экология* [13]. Перечисление наук, занимающихся изучением частных проблем техносферы, можно

было бы продолжать еще очень долго. Но, несмотря на многообразие названий, всем им свойственна одна и та же черта – развитие познавательного процесса, не выходящее за рамки предмета, ограниченного определенной, пусть даже весьма областью технической деятельности.

В результате, с одной стороны, происходит подмена «науки о техносфере» обширным комплексом направлений, изучающих отдельные аспекты техногенеза. С другой стороны, неоднократно осуществлялись попытки включить исследование техносферы, в качестве одного из частных предметов исследования, в науки, ставящие своей целью изучение общих закономерностей формирования современной биосферы. Для их обозначения предлагались различные названия, например, «ноосферология», «биосферология» [14], ни одно из которых не получило широкого распространения и заметного развития.

Не умаляя важности изучения различных форм техногенных воздействий, следует указать, что именно *отсутствие научной дисциплины, предметом которой являлось бы изучение процесса формирования техносферы как целостного феномена, затрудняет решение ряда важнейших проблем* современности. Главная из них – это обоснованный (а не демагогический) ответ на вопрос: способно ли человечество управлять развитием техносферы?

В научной литературе данный вопрос трактуется как возможность обеспечения или практического управления техносферной безопасностью [15]. Под которой, помимо прочего, подразумевается создание благоприятных условий для существования в преобразуемой человеком биосфере – техносфере [16].

Эффективность разрабатываемых механизмов управления всегда определяется уровнем знания о характере предмета управления и предсказуемости его динамики. Следовательно, *разработать эффективные механизмы управления техносферной безопасностью можно, лишь рассматривая техносферу как самостоятельный предмет научного исследования*. По аналогии с названиями других магистральных направлений развития экологических наук, таких как биоэкология, геоэкология и социоэкология, *науку о техносфере можно обозначить как техноэкологию*.

СИСТЕМНАЯ ТЕХНОЭКОЛОГИЯ КАК ОДНО ИЗ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭКОЛОГИИ

Большинство современных наук представляет собой совокупность научных направлений, в той или иной мере обособленных. Среди них выделяется *дисциплина, осуществляющая изучение предмета с обобщающе-системных позиций*, и

комплекс дисциплин, занимающихся изучением его отдельных аспектов. Подобное разделение существует по причине специфичности методов, необходимых для глубокого изучения различных частных аспектов предмета (например, физическая и химическая экология). Подобный концептуальный подход применительно к наукам, изучающим различные стороны техногенной трансформации окружающей среды, позволяет рассматривать их в виде комплекса взаимосвязанных дисциплин, достижения которых дополняют друг друга и могут служить основой для обобщенного анализа.

Следует отметить, что все сформировавшиеся направления экологии – это науки о динамически развивающихся системах, в которых окружающая среда является одним из основных, но не единственным компонентом. Первоначально этот концептуально-методологический подход утвердился в области биоэкологии. Согласно общепринятым воззрениям, в основе которых лежит учение В.И. Вернадского о биосфере, среда существования биологических объектов – это не только благоприятные условия для их жизни, но и продукт их жизнедеятельности. Эволюция организмов и среды их обитания, с момента возникновения жизни на Земле, происходила как сопряженное развитие взаимосвязанных компонентов единой исторически сложившейся экологической системы планетарного масштаба - биосферы.

В отличие от этого, функционирование техносферы нередко рассматривается как одностороннее воздействие на окружающую среду, приводящее к ее неизбежной деградации, представляющей собой хаотичное разрушение. Подобный взгляд принципиально неверен. *Техносфера – это не окружающая среда, подверженная беспорядочному воздействию различных техногенных факторов, а система. Слагающие ее компоненты, как и в биосфере, взаимосвязаны потоками вещества и энергии.* Пути движения этих компонентов нередко не менее предсказуемы (например, характер миграции различных загрязнителей). Объекты техносферы не только изменяют окружающую среду в процессе своего функционирования, но и сами испытывают воздействия с ее стороны. Поэтому исследователи, придерживающиеся системного видения проблемы, рассматривают техносферную безопасность как свойство объекта, выраженное в его способности противостоять техносферным *опасностям*, в том числе и факторам, порожденным внутри самой этой системы (техническим, социальным, экономическим) [16]. *Обеспечение техносферной безопасности основывается на управлении процессами техногенеза* (техногенной трансформацией) *окружающей среды.* Познание этих процессов, с целью разработки

механизмов управления ими, и является основной задачей системной техноэкологии. Иными словами, *системная техноэкология – это наука, создающая методологические основы управления техногенезом окружающей среды, гармонично сочетающие комплексное решение экологических, социальных, технических и экономических проблем.*

ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КАК ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЯЧЕЙКА В СТРУКТУРЕ ТЕХНОСФЕРЫ

Одним из общих свойств, присущим всем системам, является их иерархичность, т.е. любая система может рассматриваться как элемент некоторой надсистемы (суперсистемы). Гносеологический прием - от простого к сложному - в данном случае, подразумевает выделение некой базовой системы, которая, в качестве элементарной ячейки, кладется в основу методологии изучения не только ее самой, но и последующих уровней иерархии изучаемых систем.

В системной биоэкологии (синэкологии) в качестве такой элементарной ячейки рассматривается экосистема. Все остальные изучаемые предметы идентифицируются либо как компоненты экосистемы (организм, популяция), либо как более сложные образования, состоящие из комплекса функционально-взаимосвязанных «простых» экосистем, которые рассматриваются как экосистемы более высокого порядка, вплоть до биосферы, обозначаемой как глобальная экосистема.

В системной техноэкологии аналогичной элементарной ячейкой является *«природно-техническая система»* (ПТС) – под которой понимается *любая совокупность природных, природно-техногенных и техногенных объектов, состояние и функционирования которых взаимосвязаны и/или взаимозависимы* [17]. Несмотря на то, что экосистемы возникли задолго до появления человека, а ПТС – продукт его деятельности, представляющий собой систему, включающую, как естественные, так и искусственно созданные компоненты, им обоим присущ ряд общих черт. Так, и в том и в другом случае, справедливым остается принцип иерархии систем. Самые простые – локальные ПТС, формирующиеся вокруг конкретного техногенного объекта или их небольшой компактной группы, рассматриваются как компонент региональных ПТС, а те, в свою очередь, - как компоненты межрегиональных ПТС. Если биосфера представляет собой экосистему наивысшего ранга, то техносфера занимает то же главенствующее положение в иерархии ПТС [18].

Образование ПТС, в ходе осуществления человеком технической деятельности, является таким же закономерным процессом, как и образование экосистем, происшедшее при появлении первых живых организмов. Общим свойством этих систем является их усложнение в процессе эволюции. Если первые экосистемы образовались еще из скоплений микроскопических примитивных организмов-прокариот [19], то первые ПТС возникли с началом систематического использования человеком самых простых орудий труда для обработки почвы. С этого момента естественные экосистемы начали постепенно замещаться целенаправленно сформированными системами, включающими техногенные объекты – жилища, плотины, примитивные производственные объекты. По мере развития цивилизации масштабы, сложность структурно-функциональной организации и экологическая значимость ПТС постоянно возрастали. Однако современное понимание термина «техносфера» предполагает, что эта часть биосферы начала формироваться в период промышленной революции XVIII-XIX веков. Поэтому для совокупного обозначения техногенно трансформированных участков, существовавших в предшествующие исторические эпохи, можно предложить термин «*прототехносфера*».

УПРАВЛЯЕМЫЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Уже на заре развития первых цивилизаций люди убедились в том, что наиболее безопасные условия для их жизни могут быть обеспечены в скученных поселениях, окруженных оборонительными сооружениями. Одновременно пришло понимание и того, что жизнь в этих условиях вредна для здоровья. Этот антагонизм, обусловленный, с одной стороны, необходимостью жизни в техногенно трансформированной среде, а с другой стороны, - потребностью общения с природой, сопровождал человека во все времена. Иными словами, на всех этапах развития человеческой цивилизации актуальным вопросом являлось создание техногенно модифицированной среды, условия которой подходили бы для существования живущих в ней людей и других организмов. Важнейшим аспектом биологической жизни является не только сама по себе благоприятность условий среды, но и ее относительная стабильность (закономерность динамики), дающая возможность различным организмам, в т.ч. и человеку, адаптироваться к ней. В прототехносфере необходимая степень благоприятности экологических условий обеспечивалась естественными процессами самоочищения и самовосстановления. Участки экологической деградации, где эти

процессы не справлялись с техногенной нагрузкой, носили в большинстве случаев локальный характер.

В современной техносфере негативное воздействие на окружающую среду, как правило, достигает уровня, когда *естественные механизмы, поддерживавшие относительное постоянство условий*, уже не могут справиться с этой задачей. *Единственным* реальным *путем* решения данной проблемы *является возложение функций управления состоянием окружающей среды на технические объекты* и системы. В результате *возникает управляемая ПТС*, условия в которой целенаправленно регулируются человеком. *Технические объекты* и системы, используемые с этой целью, *можно обозначить* термином «*экологические регуляторы*» [20]. В тех же случаях, когда такая возможность отсутствует, стихийное формирование неуправляемой ПТС неминуемо сопровождается экологической деградацией данного участка техносферы.

Таким образом, *создание управляемых ПТС – это реализация на практике задачи управления техносферной безопасностью*. Однако в современных условиях целенаправленное создание управляемых ПТС осуществимо лишь в небольших масштабах. Примером являются благоустроенные городские пруды, хорошее экологическое состояние которых поддерживается работой специальных технических систем, обеспечивающих циркуляцию и очистку вод [21]. Однако создание аналогичных систем большего масштаба экономически не реально. Вместе с тем, в качестве «экологических регуляторов» можно использовать некоторые инженерно-технические системы, основное предназначение которых лежит в иной области. Так, роль «экологических регуляторов» отчасти выполняют многие крупные ГЭС и гидроэнергетические каскады [22], защищающие обширные регионы от последствий катастрофических наводнений и последствий продолжительных засух. На некоторых из этих объектов периодически осуществляются, так называемые, «экологические попуски вод», целью которых является поддержание благоприятных условий в нижнем бьефе ГЭС и прилегающих к ней участков. Средозащитные и природоохранные функции объектов гидроэнергетики могут быть значительно усилены целенаправленной разработкой как проектных, так и технико-эксплуатационных решений. Для обозначения этих мер нами ранее был предложен термин «экологическая оптимизация» инженерно-технических объектов [17, 22]. В том случае, если эти действия носят системный характер, возникает управляемая ПТС, обеспечивающая

экологическую (защита природных объектов) и техносферную безопасность (защита техногенных и природно-техногенных объектов) на значительной территории.

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОЙ ТЕХНОЭКОЛОГИИ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Формулирование базовых принципов необходимо по причине того, что многие из них либо противоречат установкам сложившегося мышления в сфере практического решения экологических проблем, либо им не уделяется необходимого внимания.

1. Прагматичная мировоззренческая позиция в решении проблем сохранения благоприятной окружающей среды. Ее цель обеспечить устойчивое благоприятное для человека и других организмов состояние окружающей среды, а не бесплодные попытки любой ценой сохранить ее в неизменном виде. Подобная позиция подразумевает смену неконструктивной установки, направленной на ужесточение природоохранных нормативов, на идею создания управляемых ПТС, динамично регулирующих состояние окружающей среды на различных уровнях, вплоть до глобального.

2. Превентивный характер решения проблем, основанный на анализе существующих рисков. Согласно данному принципу, расчетно-теоретические, проектные и технико-эксплуатационные разработки в области системной техноэкологии, по возможности, должны опережать развитие негативных процессов, против которых они направлены. Иными словами, *приоритетной задачей системной техноэкологии является обеспечение техносферной безопасности.*

3. Междисциплинарный подход к изучению проблем, подразумевающий не только создание научных групп, включающих ученых из различных областей, но и расширение научной эрудиции специалистов за счет получения ими дополнительных знаний в других областях (например, знакомство специалистов биологических специальностей с основами технологических процессов и, наоборот, получение биоэкологической подготовки инженерно-техническими кадрами).

4. Синкретичность – это соединение различных и даже противоположных взглядов. Например, принятие специалистами в области охраны природы точки зрения, что управляемое изменение природной среды (т.е. управляемый техногенез) значительно лучшее решение сложившихся проблем, чем ее неуправляемая деградация.

5. Иерархичность структуры управляемых ПТС. Данный принцип заключается в том, что при изучении (проектировании) любой ПТС необходимо учитывать, что она в целом является или может стать *элементом ПТС* более высокого

ранга и, одновременно, ее элементы, могут рассматриваться как *отдельные ПТС* более низкого ранга.

Ставящиеся перед данной научной дисциплиной задачи предполагают необходимость нескольких методологических подходов к их решению. В соответствии с этим можно выделить следующие *основные направления техноэкологии*:

- *объектную* системную техноэкологию, исследующую конкретные управляемые ПТС (например, региона ГЭС);
- *частную* системную техноэкологию, занимающуюся изучением управляемых ПТС определенных типов (формирующихся на основе: гидроэнергетических объектов, урбосистем, агросистем и др.) и разработкой методов управления ими;
- *общую* системную техноэкологию, исследующую общие закономерности формирования и структурно-функциональной организации управляемых ПТС, а также общие механизмы управления, обеспечивающие реализацию на практике концепции «устойчивого развития».

РЕАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ИЕРАРХИИ УПРАВЛЯЕМЫХ ПТС И РАЗРАБОТКИ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ БИОТЕХНОСФЕРЫ ОТ СПОНТАННОЙ И ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ

Очевидно, что управляемые ПТС, с регулируемыми условиями жизнедеятельности людей и существования биоты, формирующиеся на основе экологически оптимизированных объектов гидроэнергетики, могут достигать лишь *регионального масштаба*. Инженерно-технических систем, пригодных для использования в качестве экологических регуляторов более крупных участков техносферы, еще не существует. Вместе с тем, формирующаяся мировая обстановка неминуемо вынудит ведущие страны начать их строительство. Речь идет о реализации проектов межбассейновой (межрегиональной) переброски речного стока. В *СССР был разработан обширный комплекс подобных проектов* [23], *способных в перспективе создать единую регулируемую водохозяйственную систему континентального и даже межконтинентального масштабов*. Но во второй половине прошлого века, после многочисленных обсуждений данные проекты были отвернуты, как наносящие непоправимый вред окружающей среде. Эти опасения в тот период были вполне обоснованы. Но в настоящее время ситуация принципиально изменилась, что повторно привело к *востребованности проектов межбассейновой переброски вод*. Уже сейчас во многих странах такие проекты осуществлены или начали осуществляться, еще

больше проектов находится в стадии разработки [24]. Их востребованность обусловлена двумя причинами, способными в кратчайшие сроки не только дестабилизировать условия на значительной части техносферы, но и вызвать экологическую деградацию еще больших по своим масштабам участков природной среды.

Первая из этих причин уже общеизвестна. *Глобальные климатические изменения сопровождаются перераспределением нормы осадков*. В результате, в последние десятилетия увеличилось в несколько раз количество аномальных наводнений в одних регионах и небывалых засух в других, и данная тенденция в обозримом будущем сохранится [25]. Изменить количество выпадающих осадков нельзя, но с помощью специально созданных гидротехнических систем можно перебросить избыток вод из одного региона в другой, где ощущается их острый дефицит. Известно, что вода – это основа жизни. Но одновременно ее избыток в среде – это один из значимых факторов, не только негативно сказывающийся на жизнедеятельности населения, но и приводящий к экологической деградации затопляемых регионов и значимому ухудшению санитарно-гигиенической обстановки [26]. Следовательно, переброска некоторого избытка вод, который можно обозначить как «объем *мобильных водных ресурсов*» [27], способна улучшить экологическую и социальную обстановку как в регионе-доноре этих ресурсов, так и в регионе, в них остро нуждающемся. Так, летом 2015 г. произошло наводнение катастрофического характера на реке Обь. В тоже время запасы водных ресурсов в водохранилищах Волжско-Камского каскада, по данным Гидрометцентра России, снизились более чем на 50%. Этими аномальными явлениями обоим регионам был нанесен весьма значительный как экономический, так и трудно поддающийся оценке экологический ущерб. Скорее всего, подобная ситуация в ближайшие годы будет неоднократно повторяться. Реальное решение данной проблемы может быть только одним – возобновление работ над проектом переброски в Волжский бассейн вод из реки Обь.

Следует подчеркнуть, что приведенный выше пример востребованности переброски избытков речного стока далеко не единственный. Значительно более остро эта проблема стоит в регионах, где вследствие глобальных климатических изменений возникла хроническая засуха и сопутствующие ей опустынивание и остепнение обширных участков, ставших непригодными для выращивания геоя сельскохозяйственной продукции. Существовавшие в их пределах участки природной

среды также деградировали. Мало известен факт, что наибольшее количество человеческих жертв в природных катастрофах XX века (51%) было связано не с землетрясениями или цунами, а с засухой в Восточной Африке [28]. Только в 1970-1974 гг. здесь погибло от вызванного засухами голода около 1,2 млн. человек. Если бы эти события разворачивались в странах Западной Европы, то по праву они заняли бы место среди наиболее страшных исторических катастроф, типа «флорентийской чумы». В ближайшем будущем подобные события могут не только повториться в других регионах, но и достичь еще больших масштабов. Согласно статистическим данным ООН, *в условиях острого дефицита ресурсов пресной воды* уже сейчас существует около 1,1 млрд. человек, помимо этого еще приблизительно 1 млрд. человек, находится в состоянии, так называемого, *водного стресса*, т.е. испытывают дефицит воды время от времени [29]. Данные явления имеют хорошо выраженную тенденцию к росту, и к середине XXI века в условиях водного дефицита будет жить 40% населения Земли, т.е. 4–5 млрд. человек. Если ситуация будет развиваться по такому сценарию, то *по расчетам специалистов в 2025-2040 гг. наступит мировой кризис водопользования*. Он неминуемо повлечет за собой крах мировой экономики и сложившейся геополитической системы.

Гидротехнические системы, способные осуществлять межрегиональную (межконтинентальную) переброску мобильных водных ресурсов и стать основой для международного рынка питьевой воды, не могут быть быстро созданы в момент наступления кризиса. Строительство этих гидротехнических систем займет годы. При этом следует подчеркнуть, что *реализация* подобных *проектов даст устойчивый положительный результат* только в том случае, *если создаваемые системы переброски вод одновременно будут исполнять роль экологических регуляторов и проектироваться как иерархическая система управляемых ПТС* [30, 31]. Если же эти действия будут носить разрозненный несистемный характер, то их результатом, скорее всего, станет обеспечение водой отдельных групп водопотребителей, вынужденных существовать в окружении безжизненных территорий. Очевидно, что такой подход к решению проблемы не может обеспечить ни устойчивой социальной (геополитической) обстановки, ни, тем более, сохранения биоразнообразия. Непродуманные решения в данной области могут привести к весьма нежелательным результатам. Примером этого может служить в определенной мере управляемая ПТС, которая была представлена крупномасштабной гидромелиоративной системой, вызвавшей экологическую катастрофу в районе Аральского моря.

Существует и другая причина, требующая создания специальных систем, обеспечивающих техносферную безопасность на региональном и межрегиональном уровнях, а также благоприятные экологические условия на значительных участках биосферы. В настоящее время она относительно редко обсуждается и воспринимается многими как беспочвенная фантазия. Дестабилизация экологических условий в пределах обширных регионов может произойти и в результате целенаправленной деятельности, связанной с использованием, так называемого, *климатического оружия*. Оставляя в стороне споры о реальности подобных шагов, можно с полным основанием заявить, что сама по себе эта идея существует уже достаточно давно. Следовательно, существует и риск манипуляции нормой осадков, влекущий за собой аномальные засухи и наводнения. О попытках создать такое оружие, направленное против Российской Федерации, например, недавно публично высказался авторитетный общественный деятель и бывший член Европарламента Джульетто Кьеза (Первый канал ЦТ, «Время покажет» 11.12.2015). Он заявил, что Россия должна опасаться не развертывания ядерного конфликта со странами НАТО, а использования против нее климатического оружия. Вдоль границ территории РФ уже построен ряд объектов (система HAARP), потенциально способных оказать целенаправленное воздействие на атмосферную циркуляцию. Причем в настоящее время эти объекты перешли под контроль военного ведомства США. Вполне возможно, что подобные проекты никогда не будут реализованы. Но как бы ни мал был в настоящее время риск создания и применения климатического оружия, меры, направленные против него, необходимо разработать заблаговременно, тем более что в данном случае эту функцию можно также возложить на систему управляемых ПТС по перераспределению водных ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высказанные в статье суждения можно резюмировать следующим образом:

1. *Техносфера* должна стать *предметом изучения отдельной научной дисциплины – системной техноэкологии*, призванной обобщить и систематизировать достижения обширного комплекса наук, занимающихся исследованием различных аспектов техногенеза окружающей среды.
2. В настоящее время *существуют* объективные *предпосылки для создания иерархии управляемых природно-технических* систем различного масштаба, *способных обеспечить техносферную безопасность* при спонтанных и целенаправленных

дестабилизирующих воздействиях, нарушающих условий жизнедеятельности и вызывающих деградацию окружающей среды обширных территорий.

3. Продуктивное *развитие системной техноэкологии возможно* лишь *при междисциплинарном подходе* к решению проблем эффективного управления техносферой *и формировании* у специалистов *синкретического мышления*, позволяющего преодолевать установки и стереотипы, мешающие принятию нетривиальных, но, вместе с тем, эффективных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
2. Данилов-Данильян В.И., Арский Ю.М., Вяхирев Р.И., Залиханов М.Ч., Кондратьев К.Я., Лосев К.С. Экологический энциклопедический словарь. М.: Издательский дом «Ноосфера», 2002. 930 с.
3. Трифонов К.И., Девисиллов В.А. Физико-химические процессы в техносфере Изд-во: Форум, Инфра-М, 2010, 240 с.
4. Безносков В.Н. Воздействие антропогенных нарушений гидрологической структуры на водные экосистемы и их возможное влияние на биогеохимический цикл углерода // Метеорология и гидрология. 1998. №12. С.98-102.
5. Филенко О.Ф., Михеева И.В. Основы водной токсикологии. М.: Колос, 2007. — 144 с.
6. Медведев В.Т., Новиков С.Г., Каралюнец, Маслова Т.Н. Охрана труда и промышленная экология. 5-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2013 – 416 с.
7. Медведев В.Т. Инженерная экология. М.: Гардарики, 2002. — 687 с: ил
8. Уразаев, Н.А. Под. ред. Сельскохозяйственная экология — М.: Колос, 2000 — 304 с.
9. Стольберг Ф.В. Экология города (урбоэкология): учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
10. Суздалева А.Л. Современный характер урбанизации и необходимость комплексного решения проблем экологической безопасности, безопасности жизнедеятельности и охраны труда // Экология урбанизированных территорий. №2, 2014. С.12-16.
11. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.: Изд. МГУ, 1994. 238 с.53.
12. Куклев А.Г. Физическая экология. М. Издательство: Высшая школа, 2001 2001. 377 с.
13. Белозерский, Г.Н.. Радиационная экология. – М.: Академия, 2008.-384с.
14. Реймерс Н.Ф. Экологизация. М.: Российский открытый университет, 1992. — 121 с
15. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). М. : Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2013. — 682 с.
16. Белов С.В., Девисиллов В.А., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности. М.: Высш. шк. : НМЦ СПО, 2000. – 342 с.

- 17.Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2014. 456 с.
- 18.Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Экологические основы формирования международного рынка ресурсов пресной воды // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия экология и безопасность жизнедеятельности. 2014. №4. С.92-105.
- 19.Заварзин Г.А. Эволюция прокариотной биосферы: Микробы в круговороте жизни: 120 лет спустя: Чтение им. С.Н. Виноградского. М.: МАКС Пресс, 2011. – 144 с.
- 20.Федоров М.П., Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство как основа устойчивого развития // Гидротехническое строительство. 2014. №11. С.27-30.
- 21.Безносков В.Н., Родионов В.Б., Суздалева А.А., Колесникова Е.Л. Оценка состояния малых городских водных объектов и пути их инженерно-экологического обустройства // Безопасность энергетических сооружений. 2007. Вып. 16. С.216-228.
- 22.Федоров М.П., Суздалева А.Л. Экологическая оптимизация гидроэнергетики как альтернативная стратегия охраны окружающей среды // Гидротехническое строительство. 2014. №3. С.10-15.
- 23.Березнер А.С. Территориальное перераспределение речного стока европейской части РСФСР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 160 с.
- 24.Петраков И.А. Мировой опыт по развитию межбассейнового перераспределения водных ресурсов. Алматы. 2013 46 с. URL: <http://www.eecca-water.net/content/view/5493/52/lang.ru> (дата обращения: 19.09.2016).
- 25.Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России // Экология и жизнь. 2009. №11–12 (96–97). С.6-15.
- 26.Эльпинер Л.И. Сценарий возможного влияния изменения гидрологической обстановки на медико-экологическую ситуацию (к проблеме глобальных гидроклиматических изменений) // Водные ресурсы. 2003. Т. 30. № 4. С. 473-484.
- 27.Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство при организации рынка ресурсов пресной воды // Гидротехническое строительство. 2015. №9. С. 48-54.
- 28.Осипов В.И. Природные катастрофы в центре внимания ученых. // Вестник РАН, 1995. Т.65. №6. С.483-495.
- 29.Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», 2009. 88 с.
- 30.Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Окна Овертона в развитии современной концепции биосферы и решении глобальных экологических проблем// Биосфера, 2015, т7, №4. С. 429-449.
- 31.Суздалева А.Л., Смирнова А.М. Роль природно-технических систем в создании управляемой биотехносферы // Естественные и технические науки. 2016. №6. С.98-100.