



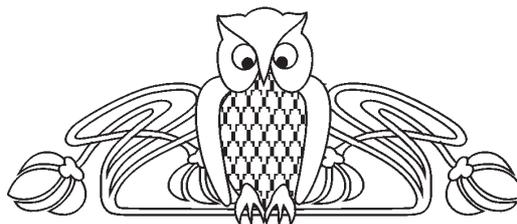
УДК 5/6:574

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

М. Д. Гольдфейн<sup>1</sup>, А. Д. Урсул<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Саратовский государственный университет  
E-mail: goldfeinmd@info.sgu.ru

<sup>2</sup>Российский государственный торгово-экономический  
университет, Москва  
E-mail: ursul-ad@mail.ru



В статье рассмотрены проблемы синтеза естественно-научного и технико-научного знания. Показано, что основой экологизации науки и техники являются междисциплинарные связи и взаимодействия. Междисциплинарный принцип при изучении особенностей материального мира объединяет все компоненты общечеловеческой культуры. В настоящее время при анализе биосферных процессов и исследовании взаимоотношений живых существ друг с другом и с окружающей их средой используются концепции современной физики, химии, биологии, наук о Земле и техникзнания. Эффективность экологизации науки и человеческого общества непосредственно обусловлена высоким уровнем экологической культуры.

**Ключевые слова:** наука, знания, физика, химия, биология, экология, геоэкология, техника.

### Some Problems of Ecologization of Natural-Sciences and Natural-Technics Knowledge

M. D. Goldfein, A. D. Ursul

This paper tells about problems of synthesis of natural-scientific and technic-scientific knowledge. There is shown that science's and technology's ecologization's basis are interdisciplinary communications and interactions. Interdisciplinary principle unites all components of panhuman culture during the research of peculiarities of material world. Nowadays conceptions of modern physics, chemistry, biology and sciences about Earth and technical knowledge are used during the analysis of biospheric processes and research of communications of beings with each other and with environment. Efficiency of ecologization of science and human society is caused directly by high level of ecological culture.

**Key words:** science, knowledge, physics, chemistry, biology, ecology, geocology, technics.

Для разных этапов развития естествознания характерны определенные тенденции, которые оказывали существенное воздействие на ориентацию не только естественных, но и гуманитарных, и технических наук. Особенности динамики взаимоотношений человека и биосферы обусловили формирование новой тенденции – *экологизацию науки*, связанную с проникновением абиотических и биотических экологических факторов в сложившуюся систему знаний. В настоящее время можно выделить *внутридисциплинарную экологи-*

*зацию* (учение о биосфере внутри конкретной научной дисциплины), *междисциплинарную экологизацию* (возникновение таких смежных областей знаний, как экологическая физика, экологическая химия, геоэкология и др. в естествознании; экотехника, экокбернетика и др. в техникзнании; экоэкономика, экоправо, экопсихология и др. в гуманитарных областях знаний) и *проблемную экологизацию* (применение естественно-научного знания для решения конкретной экологической или природоохранной проблемы).

Несмотря на принципиальные различия между этими тремя типами процесса экологизации, есть общее, а именно их объединяет междисциплинарный подход (или принцип) при изучении особенностей материального мира [1]. В настоящее время междисциплинарные (или межпредметные) связи развиваются и укрепляются практически между всеми компонентами общечеловеческой культуры (естественно-научной и гуманитарной). Причем это обусловлено не только и не столько использованием основных форм (чувственная и рациональная) и общих методов (индукция и дедукция, анализ и синтез, абстрагирование, моделирование и системный анализ) естественно-научного познания, сколько самой сущностью особенностей неживой и живой природы [2, 3, 4].

### Специфика экофизики

Междисциплинарный принцип касается, прежде всего, физических наук, имеющих наиболее фундаментальный характер и изучающих как самое простое, так и самое сложное в природе. В первой половине XX века в процессе интерпретации объективной реальности доминировала физическая картина мира. При этом физико-математические методы распространялись и на области других наук. Во второй половине XX века при формировании объективной картины мира абсолютизация физико-математических представлений в определенной степени утратила



свою традиционную эвристическую привлекательность. Тем не менее концепции современной физики [5] используются при анализе биосферных явлений и процессов, а также при изучении закономерностей взаимоотношений живых существ (и их сообществ) с окружающей средой. К ним относятся такие достижения физики, как закон сохранения и превращения энергии и массы, квантовые представления о строении атома, специальная и общая теории относительности Эйнштейна, теория корпускулярно-волнового дуализма света и микрочастиц, установление физического смысла фундаментальных типов взаимодействий в макромире и микромире, законы классической и неравновесной термодинамики. Каждая из этих концепций имеет свой практический выход и в той или иной степени связана с теоретической и прикладной экологией, которая из чисто биологической науки превратилась в сложную и комплексную науку. В этом отношении достаточно, на наш взгляд, привести такие наиболее яркие примеры связи физики с экологией, как изобретение квантовых оптических генераторов (лазеров), а также применение теории корпускулярно-волнового дуализма электронов и нейтронов для создания принципиально новых физических методов исследования живой природы (электронные микроскопы и томографы).

В середине 1990-х гг. в физике сложилась ситуация, преодоление которой требовало новых подходов, например, более фундаментальное использование биологических и экологических представлений при формировании новых физических воззрений. Так, под непосредственным влиянием биологических идей при анализе процессов микромира стали применяться характеристики, соответствующие саморазвивающимся системам. Именно с этим связана необходимость модификации физики при распространении ее понятий на процессы живой природы. Особенности развития современной физики позволяют сделать вывод, что ожидаемый в начале XXI века качественный скачок в познании физической реальности должен дать новый импульс теоретическим воззрениям и концептуальным построениям. Вместе с тем концепции экологии в большей степени проникают не только в систему фундаментального физико-математического знания, но особенно в его прикладные сферы. Эти концепции экологии, с одной стороны, соответствуют внутренней логике развития естествознания, а с другой стороны, обусловлены так называемой внешней необходимостью, то есть социальными потребностями. Так, мировой опыт говорит о том, что все больше интеллектуальных, материальных и финансовых ресурсов вкладывается в научные разработки,

обеспечивающие более высокий уровень безопасности атомных электростанций, эффективную утилизацию радиоактивных отходов и т.п.

#### **От химии к экохимии**

Известно, что в XIX веке было сделано очень много для становления химии как самостоятельной науки. Достаточно сказать о том, что была разработана теория валентности химических элементов (Кекуле), построена теория строения вещества (Бутлеров), создана периодическая система химических элементов (Менделеев), сформулированы законы, описывающие энергетику химических превращений (Вант-Гофф, Гесс, Ле Шателье и др.). Однако практика показала, что всех достижений оказалось мало для решения главных задач химии: получение веществ с определенными физическими, химическими и механическими свойствами и эффективное управление химическими процессами. В связи с этим в XX веке получило дальнейшее развитие учение о химических процессах, была установлена взаимосвязь между строением, структурой, свойствами и реакционной способностью исходных веществ и конечных продуктов, была построена теория цепных химических реакций (причем протекающих в различных условиях) и т. д. [5]. Вообще под научной химизацией понимается активное использование законов химической кинетики и физической химии для интенсификации обмена веществ в производственных условиях. Вместе с тем масштабная химизация приводит к тому, что в исторически сложившиеся экосистемы попадает все большее количество веществ, не приемлемых для биоты (такие вещества обычно называются ксенобиотиками). В настоящее время степень химического воздействия на естественные процессы приближается к такому уровню, что под угрозой оказывается целостность и стабильность биосферы.

Таким образом, современное химическое знание характеризуется противоречием: с одной стороны, разработка средств, методов и технических условий, обеспечивающих эффективность производственных процессов, протекающих в соответствии с социально-экологическими требованиями, а с другой стороны, усиление деградиционных изменений в среде обитания живых существ (в том числе и человека) под воздействием выбросов антропогенного характера. С развитием экологической химии (или химической экологии) связана разработка как общих, так и конкретных направлений разрешения указанного противоречия. К ним относятся создание полимерных материалов, разлагающихся под воздействием различных внешних факторов (вода, свет и т. д.)



на относительно безвредные вещества, замена хлорфторуглеродов (фреонов), разрушающих озоновый слой атмосферы Земли на озонобезопасные химические соединения, разработка способов синтеза высокомолекулярных соединений, обладающих повышенной экологической чистотой (в том числе полимерных дисперсий, не содержащих поверхностно активных веществ – эмульгаторов), разработка эффективных способов очистки природных и сточных вод (в том числе с помощью высокомолекулярных водорастворимых флокулянтов), нахождение новых эффективных ингибиторов радикально-цепных процессов, протекающих в неживой и живой природе (например, для подавления развития злокачественных опухолей). В определенной степени в этом отношении являются показательными процессы эволюции пестицидов. Если их первые поколения были связаны с интенсивной аккумуляцией негативных факторов для человека и среды его обитания, то последующие их модификации, обладая повышенной избирательностью и различной продолжительностью действия, более органично вписываются в биосферные процессы. В условиях усиления деградиационных изменений естественной среды обитания, обусловленных увеличением количества выбросов веществ техногенного происхождения в биосферу, а также в результате обострения проблемы дефицита природных ресурсов, возрастает необходимость регенерации промышленных и бытовых отходов. В этом отношении определенные преимущества приобретает использование химических методов и принципов рециркуляции, предполагающих замкнутость технологических процессов. В связи с этим особое внимание должно уделяться созданию ресурсосберегающих и малоотходных технологий, а также биотехнологий, на основе которых осуществляется взаимосвязь химических и микробиологических процессов и которые проводятся в соответствии с механизмами природных закономерностей.

### **Приоритет биологии**

Биология является одной из немногих областей современного научного знания, обладающих историческим опытом анализа явлений и процессов в системе взаимоотношений живых организмов и среды их обитания. В середине XX века произошли принципиальные открытия, связанные с радикальной трансформацией представлений о специфике биологических объектов и с формированием фундамента молекулярной и генетической биологии. Прогресс биологических наук способствовал выявлению закономерностей развития живой природы, то есть более фунда-

ментальному включению биологического знания в современную (и обобщенную) естественно-научную картину мира [5, 6].

Биологические исследования приобрели биосферный масштаб и интегральный характер, особенно учитывая их роль в решении продовольственной, демографической и экологической проблем. Большое значение в этом отношении имеют методы геной инженерии. Благодаря использованию этих методов становится реальным изменение исторически сложившихся органических форм, что очень важно для повышения производительности традиционных агросистем и увеличения количества пищевых ресурсов. Кроме того, строится прочный фундамент под современную медицину, клеточную и генетическую инженерию, иммунологию, микробиологический синтез, который лежит в основе медико-биологических исследований, проводимых с целью повышения эффективности лечения заболеваний, имеющих генетическую природу (в том числе и подавления развития злокачественных опухолей). Все это создает предпосылки для сохранения и увеличения биологического разнообразия.

Анализ различных факторов развития биологического знания позволил сделать выводы, касающиеся определенных преимуществ биологии по отношению к другим естественным наукам и, прежде всего, социально-экологического аспекта.

Во-первых, именно традиционная биология включает в свою структуру общую экологию, которая обладает историческим опытом анализа явлений и процессов в системе взаимоотношений живого организма и среды его обитания.

Во-вторых, биологические науки, ассимилируя и развивая принципы исследований физико-математических областей знания, выявили как их универсальность, так и определенную ограниченность в интерпретации явлений и процессов биогенного характера. Использование экологических представлений повышает статус и значение интегративного подхода в естествознании, позволяя более четко определять возможности и ограничения редуccionистского стиля мышления.

В-третьих, биологические науки демонстрируют большую практичность по отношению к соответствующим результатам фундаментальных физико-химических исследований и разработок. Так, для общественного сознания развитие физики и химии ассоциируется с реальными трагическими последствиями Чернобыля, а биологии – с актуальными позитивными и негативными потенциальными процессами.

В-четвертых, биологические науки имеют традиционную гуманистическую ориентацию, что значительно повышает их статус в условиях



усиления «дегуманизации» естествознания вообще. Вместе с тем это вовсе не означает наличия противопоставления системы физико-химических и биологических наук. Более того, только лишь при их эффективном взаимодействии и взаимосвязи, а также при эффективном решении экологических проблем можно рассчитывать на дальнейшее выявление фундаментальных природных закономерностей, в том числе и касающихся системы «человек – общество – биосфера».

### Роль наук о Земле

Среди естественно-научных знаний, получивших особый стимул развития под воздействием современной экологической ситуации, именно науки о Земле непосредственно связаны с возникновением новых научных направлений в области геофизики, геоэкологии, математической и физической географии, геохимии и т. п. [5, 6]. С ними обычно не связывались представления, которые способны (как это принято в физике, химии или биологии) произвести радикальные изменения в сложившейся картине мира. География и геология ориентировались преимущественно на то, чтобы описывать и классифицировать пространственные природные системы. При этом не учитывалась их временная эволюция. Тем не менее в эпоху великих географических открытий XV–XVII веков (когда возникла проблема пространственного изучения естественно-природных систем) именно география как лидер наук о Земле выступила в качестве ведущей дисциплины естественно-научного цикла. В дальнейшем, однако, представления, выдвигаемые науками о Земле, долгое время оставались преимущественно на описательном уровне. В настоящее время экологическим аспектам физики Земли уделяется значительно больше внимания. Рассматривая биосферу как своеобразную оболочку нашей планеты, включающую в себя всю совокупность живых организмов и область их распространения на Земле, следует иметь в виду, что биосфера является открытой системой, связанной с другими геосферами, а также с процессами, протекающими в глубинах планеты. Установлено, что атмосфера, гидросфера и верхняя литосфера, входящие в состав биосферы, выделились из недр основного тела Земли в процессе ее длительного развития. Дальнейшая эволюция биосферы во многом будет определяться жизнью земных недр. Их активность проявляется в форме извержений вулканов, землетрясений, перемещений земной поверхности, изменений радиационного и магнитного полей Земли, являющихся важнейшими абиотическими экологическими факторами. Периодическое прерывание длительных эпох равномерной эволюции

относительно кратковременными революционными скачками, характерное для развития жизни на Земле, обусловлено особенностями различных земных и космических процессов. Все эти представления необходимы для осознания целостности и взаимосвязанности окружающего нас мира, а также закономерностей становления и развития жизни. В условиях обострения противоречий в системе «человек – общество – биосфера» и необходимости ответа на экологические вызовы цивилизации для наук о Земле (и прежде всего, для геоэкологии и экогеографии) открываются неограниченные теоретические и практические возможности.

### Эколого-биосферный аспект технических наук

Экологические принципы, правила и законы, активно проникая в структуру естественно-научного познания, оказывают существенное воздействие и на характер развития технических наук [6]. Это вполне закономерно, учитывая генетическую взаимосвязь компонентов системы «естествознание – техникосзнание», которая обусловлена тем, что результаты как фундаментальных, так и прикладных исследований предоставляют технике все более совершенные методы материализации обнаруженных природных закономерностей. Для указанной системы характерны такие два взаимосвязанных процесса, как «сциентификация» технического знания (то есть развитие техники на основе внедрения результатов фундаментальных естественно-научных исследований) и «технологизация» естественно-научного знания (то есть создание технико-технологически ориентированных теорий). Именно на стыке естественных и технических дисциплин происходит прогресс в научно-технической сфере (микроэлектроника, биотехнологии и т. д.).

Развитие технико-экологического знания и феномен его материализации оказывают все большее воздействие и на имманентные процессы, и на социоприродные системы. Такое воздействие исторически имеет негативную и позитивную направленность, что проявляется в соотношении разных концепций в научно-техническом развитии, а именно технологического оптимизма (технофилия) и технологического пессимизма (технофобия). *Технологический оптимизм* – это мировоззрение, в рамках которого абсолютизируются позитивные перспективы развития техники и технологий. *Технологический пессимизм*, напротив, акцентирует внимание на негативных моментах технико-технологического развития цивилизации. В зависимости от разных объективных и субъективных факторов в общественном сознании доминирует то одно, то другое мировоззрение.



Во второй половине XX века и в начале XXI века противоречивость технологического развития сохраняет свою историческую обусловленность. С одной стороны, перспективы современного этапа научно-технического прогресса оцениваются положительно, а с другой – все большее внимание уделяется технологическим факторам обострения социально-экологической ситуации. Поэтому технологический оптимизм не утрачивает своего эвристического статуса, то есть по-прежнему преобладает концепция, в соответствии с которой именно технология рассматривается как «ключ» к позитивному разрешению противоречий в системе «человек – общество – биосфера». И тем не менее, с конца 70-х – начала 80-х гг. XX века под воздействием негативной направленности экологических процессов начала усиливаться пессимистическая интерпретация перспектив технико-технологического развития. Столкнувшись с обострением социально-экологических противоречий, оптимизм отступает, и прогресс техники в современных формах может привести к созданию искусственной техногенной среды, враждебной живой природе (в том числе и человеку).

### Заключение

Отметим, что экологизация науки и человеческого общества невозможна без существенного повышения уровня экологической культуры [7]. Определение этого компонента взаимоотношений человека с природой, так же как и вообще понятия «культура», далеко не однозначно. Дело в том, что экология сконцентрировала в себе те проблемы культуры, которые непосредственно связаны с выбором ценностных ориентиров и форм сосуществования людей друг с другом и с окружающей средой, позволяющих человечеству выживать в неблагоприятных экологических условиях, а в некоторых случаях и в условиях, близких к критическим. В этом отношении особенно важной является роль экологического воспитания и образования, главной целью которого должно стать формирование природоохранного мировоззрения и высокого уровня экологической

культуры как многокомпонентной и целостной открытой системы. По нашему мнению, эта система состоит из таких взаимосвязанных подсистем, как экологические знания, экологическое мышление, культура чувств и экологически оправданное поведение. В основе экологической культуры лежит единая гуманистическая концепция сохранения окружающей природной среды, связанная с формированием свободной творческой личности, осознающей необходимость ограничения своей свободы для реализации условий эколого-нравственного императива.

### Список литературы

1. Гольдфейн М. Д. Междисциплинарный принцип в экологическом воспитании и образовании студентов // Ресурсы ноосферного движения : материалы междунар. конф. «Междисциплинарное взаимодействие при исследовании фундаментальных и прикладных проблем ноосферного развития: методологическое, информационное и организационное обеспечение». Борок, Ярослав. обл. ; М., 2000. Вып. 1. С. 149–150.
2. Гольдфейн М. Д., Кожевников Н. В., Иванов А. В., Кожевникова Н. И., Маликов А. Н., Тимуш Л. Г. Основы экологии, безопасности жизнедеятельности и экономико-правового регулирования природопользования : учеб. пособие / под общ. ред. проф. М. Д. Гольдфейна. М., 2006. 408 с.
3. Урсул А. Д., Демидов Ф. Д. Образование для устойчивого развития : научные основы. М., 2004. 152 с.
4. Goldfein M. D., Ivanov A. V., Kozhevnikov N. V. Fundamentals of General Ecology, Life Safety and Environment Protection. N.Y., 2010. 252 p.
5. Гольдфейн М. Д., Иванов А. И., Маликов А. Н. Концепции современного естествознания : курс лекций : учеб. пособие / под ред. проф. М. Д. Гольдфейна. М., 2009. 324 с.
6. Гольдфейн М. Д., Урсул А. Д., Иванов А. В., Маликов А. Н. Основы естественно-научной картины мира : учеб. пособие / под ред. проф. М. Д. Гольдфейна. Саратов, 2011. 505 с.
7. Кожевникова Н. И., Кожевников Н. В., Гольдфейн М. Д. Экологическое мировоззрение как составная часть культуры человеческого общества // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. 2007. Сер. Химия, Биология, Экология, вып. 1. С. 74–82.