

УДК 338

М. Д. Гольдфейн, А. Д. Урсул, А. М. Кочнев,
Г. Е. Заиков

ОСНОВНЫЕ ОБЩЕНАУЧНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Ключевые слова: естествознание, природа. Концепция, экология, синергетика, эволюция, информация.

В статье рассмотрены некоторые основные тенденции, которые характерны для развития современного естествознания. Обсуждены проблемы взаимосвязи естественнонаучного знания и технических наук с фундаментальной и прикладной экологией, особенности синергетики как междисциплинарного научного направления, концепция универсального эволюционизма, значение информации в развитии природы и общества.

Key words: natural science, nature, conception, ecology, synergetics, evolution, information.

In article some main tendencies which are characteristic for development of modern natural sciences are considered. Problems of interrelation of natural-science knowledge and technical science with fundamental and applied ecology, features of synergetics as interdisciplinary scientific direction, the concept of a universal evolutionism, value of information in nature and society development are discussed.

Экологизация науки и техники: междисциплинарные взаимодействия

На различных исторических этапах развития естественных наук в качестве доминирующих выступали те или иные тенденции. В частности, развитие физики, биологии или исследования космического пространства оказывали существенное воздействие на ориентацию и характер естественных, технических и гуманитарных наук. В условиях «экологического двадцатилетия» (1972–1992) определяющий характер проблемы взаимоотношений человека, общества и биосферы в динамике всемирно-исторического развития цивилизации обусловил формирование новой тенденции – экологизации науки как проникновение экологических факторов в сложившуюся систему естествознания, техникoзнания и человекознания. Выделяют три уровня экологизации:

1) *внутридисциплинарная экологизация* – выявление биосферных знаний в системе конкретной научной дисциплины;

2) *междисциплинарная экологизация* – формирование в традиционной системе наук новых дисциплин экологической направленности (в естествознании – экоматематика, экофизика, экохимия и т. п.; в техникoзнании – экотехника, экибернетика, экосистематика и т. п.; в человекознании – экoэкономика, экoправо, экoпсихология и т. п.);

3) *проблемная экологизация* – применение различных областей естественнонаучного знания для решения конкретной экологической задачи.

Особенности экофизики

В первой половине XX века в процессе интерпретации объективной реальности доминировала физическая картина мира. При этом физико-математические методы исследований активно 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.

Внутренняя логика развития современной физики позволяет сделать вывод, что ожидаемый качественный скачок в познании физической реальности может дать новый импульс теоретическим воззрениям и концептуальным построениям. Так, в середине 90-х годов физика высоких энергий вышла на уровень новых представлений (антиатом, антипротон и т. п.), что значительно дополняло традиционную физическую картину мира. Кроме того, в физике в частности складывается ситуация, преодоление которой требует новых подходов, например, более фундаментальное использование биологических и экологических представлений при формировании новых физических воззрений. Под непосредственным влиянием биологических идей при анализе процессов микромира применяются характеристики, соответствующие саморазвивающимся системам. Это означает необходимость модификации физики при распространении ее понятий на процессы живой природы. В наибольшей степени на экологизацию современного физического знания оказывают воздействие внешние факторы, являющиеся функцией конкретных условий (социальных, экономических, культурологических и т. п.). С одной стороны, это выражается в требовании «практизации» соответствующих физических исследований и разработок. Их развитие (и соответственно – финансирование) все в большей мере связывается с разрешением жизненно важных для человечества проблем. С другой стороны, именно с развитием физического знания ассоциируется генезис негативных для человека и среды его обитания социально-экологических последствий. Мировой опыт свидетельствует, что все больше материальных, финансовых и интеллектуальных ресурсов вкладывается в ориентацию физических исследований и разработок в направления, обеспечивающие высокий уровень безопасности атомных электростанций и других объектов техносферы, эф-

фективную утилизацию радиоактивных отходов и т. п.

Следовательно, экологические идеи, представления и концепции в той или иной мере проникают в систему физико-математического знания, особенно в его прикладные сферы, как исходя из «внешней» необходимости, обусловленной социальными потребностями, так и в соответствии с внутренней логикой развития естествознания. Именно в этом контексте имеют смысл идеи «экологической физики», в процессе формирования которых концептуальные представления физического знания распространяются на анализ биосферных явлений и процессов, т. е. с помощью физико-математических методов исследуются закономерности взаимоотношений живых организмов (и их сообществ) с окружающей средой.

От химии к экохимии

Химические процессы составляют одну из основ практического отношения к веществу природы. Под научной химизацией понимается активное использование законов химии для интенсификации обмена веществ в производственной динамике. Вместе с тем, масштабная химизация ведет к тому, что в исторически сложившиеся экосистемы попадает все большее количество веществ и материалов, не приемлемых для биоты – ксенобиотиков. Степень и масштабы химического воздействия на естественные процессы и отношения приближаются к такому уровню, что под угрозой оказывается традиционная целостность и стабильность биосферы. Химическое знание и реализация его практических результатов во все большей мере проявляются, во-первых, в усилении деградационных изменений естественной среды обитания человека под воздействием выбросов технико-антропогенного характера и, во-вторых, в разработке средств, методов и технических условий, обеспечивающих развитие производственной деятельности в соответствии с современными социально-экологическими представлениями.

С развитием экологической химии (или химической экологии) связывается разработка как общих, так и конкретных направлений разрешения указанных биосферных противоречий. Так, включение в естественную среду обитания полимерных материалов способствовало интенсификации разработок в области синтеза «исчезающих пластмасс» как веществ, разлагающихся под воздействием внешних факторов (вода, свет и др.) на сравнительно безопасные составные элементы. Показательна также эволюция пестицидов. Если первые их поколения связаны с интенсивной аккумуляцией негативных факторов для человека и среды его обитания, то последующие модификации, обладая повышенной избирательностью и различной продолжительностью воздействия, более органично вписываются в биосферные процессы. Аналогичная модификация характерна и для хлорфторуглеродов (фреонов), участвующих в разрушении озонового слоя атмосферы Земли. В условиях усиления деградационных изменений естественной среды обитания, обусловленных в значительной мере увеличением масштабов выбросов веществ техногенного происхождения в биосферу, а также в результате обострения проблемы дефицита природных ресурсов,

усилилась необходимость регенерации отходов. Определенные преимущества имеет ориентация на создание относительно замкнутых технологий, т. е. доминирующее использование принципов рециркуляции. Еще большие перспективы открываются перед биотехнологиями, на основе которых осуществляется взаимосвязь химических и биологических (микробиологических) процессов и которые более или менее соответствуют биосферным связям и закономерностям.

Приоритет биологии

В середине XX века произошли принципиальные открытия, связанные с радикальной трансформацией представлений о специфике биологических объектов, формированием фундамента современной молекулярной и генетической биологии. Прогресс биологических наук способствовал выявлению закономерностей развития живой природы, т. е. более фундаментальному включению биологического знания в обобщенную научную картину мира. При этом современные биологические исследования не ограничиваются аналитическим подходом, а ориентируются на представления целостного характера, соответствующие специфике биологических объектов. В контексте социально-экологической ситуации биологические исследования приобретают интегральный характер и биосферный масштаб, особенно учитывая их особую роль в разрешении наиболее актуальных проблем современности (продовольственной, демографической, экологической). Благодаря использованию методов геной инженерии становится реальным целенаправленное изменение исторически сложившихся органических форм, что важно для повышения производительности традиционных агроэкосистем, увеличения пищевых ресурсов человечества т.д. Закладывается прочный фундамент под современную медицину, генетическую и клеточную инженерию, иммунологию, микробиологический синтез и т. п., лежащих в основе медико-биологических исследований, обеспечивающих эффективность лечения генетических болезней, злокачественных опухолей и др. Тем самым создаются предпосылки для сохранения и увеличения биологического разнообразия.

Анализ «внешних» и «внутренних» факторов развития системы биологического знания позволяет зафиксировать состояние его известного онтологического (практического) преимущества по отношению к физике, имеющего, помимо прочего, и социально-экологический контекст. Во-первых, именно традиционная биология включает в свою структуру общую экологию. Биология является одной из немногих дисциплин современного научного знания, обладающих 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. Включение экологических представлений повышает статус и значение интегративного подхода в естествознании, позволяя более четко определять

возможности и ограничения редукционистского стиля мышления. В-третьих, биологические науки демонстрируют большую практичность по отношению к соответствующим результатам фундаментальных физических исследований и разработок. Для общественного сознания развитие физики ассоциируется с реальными трагическими последствиями Чернобыля, а биологии – с актуальными позитивными или негативными потенциальными фактами. В-четвертых, биологические науки имеют традиционную гуманистическую ориентацию, что значительно повышает их статус в условиях усиления «дегуманизации» физики и естествознания вообще.

Вместе с тем, все это вовсе не означает наличие противопоставления системы физических и биологических наук. Более того, только лишь при их эффективном взаимодействии и взаимосвязи можно рассчитывать на дальнейшее выявление фундаментальных природных закономерностей, касающихся, в том числе и системы «человек – биосфера». Таким образом, в условиях, когда естествознание ориентируется на разрешение экологической проблемы, происходит дальнейшее сближение физического и биологического знания. При снятии противоречий системы «человек – общество – биосфера» происходит, с одной стороны, усиление тенденции «практизации» физики, укрепляется ее направленность на разрешение глобальных проблем современности, включая и экологическую. С другой стороны, повышается уровень «теоретизации» биологии, обеспечивающей дальнейшее приращение знаний в области живого.

Роль наук о Земле

Среди естественнонаучных дисциплин, получивших особый стимул развития под воздействием современной экологической ситуации, следует считать науки о Земле. К сожалению, в иерархии современного научного знания дисциплины, относящиеся к наукам о Земле, традиционно считаются аутсайдерными. С ними обычно не связываются представления о фундаментальных исследованиях и разработках, способных (как это принято по отношению к 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 в должной мере их временная эволюция. Именно этим обстоятельством возможно объясняется тот исторический факт, что 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 естественнонаучного цикла. К началу XX века, когда актуализировалась проблема временного рассмотрения природных систем, становилось все очевиднее ее «аутсайдерное» положение.

С одной стороны, науки лидирующего направления (например, физика), расширяя свои теоретические основания, закрепляли научный статус в формировании объективной картины мира. С другой стороны, дисциплины, подобные наукам о Земле, оставаясь преимущественно на описательном уровне,

усиливали свое «аутсайдерное» положение в системе научного знания. Вместе с тем, ассимиляция теоретических методов и представлений, вырабатываемых в рамках общего естествознания, имела фундаментальное значение и для развития наук о Земле, способствуя образованию соответствующих перспективных направлений (геофизика, геоэкология, математическая география, геохимия и т. п.). В настоящее время принято даже считать, что науки о Земле оказались лучше подготовленными к осмыслению противоречий системы «биосфера – человек». Возможности, которые предоставляют современные науки о Земле для успешного решения многих социально-экологических проблем, выдвигают их в группу ведущих дисциплин современного научного знания.

Безусловно, в условиях обострения противоречий в системе «человек – биосфера» и необходимости ответа на экологические вызовы цивилизации для наук о Земле, и прежде всего – геоэкологии и экогеографии, открываются поистине неограниченные как теоретические, так и практические возможности.

Взаимосвязь естествознания и техникoзнания

Экологические законы, правила и концептуальные построения, активно проникая в структуру естественнонаучного знания, оказывают существенное воздействие и на характер развития технических наук. Это вполне закономерно, учитывая генетическую взаимосвязь естественнонаучного и технического знания. Иное дело, что на различных этапах исторического развития составляющие систему «естествознание – техникoзнание» имели различную степень и форму взаимодействия. Первоначально теоретическое естествознание не отделялось, в сущности, от технического знания. В явном виде система научных представлений не дифференцировалась, с одной стороны, на совокупность знаний о закономерностях природных объектов и процессов, а с другой – о методах и способах их материализации с целью создания соответствующих реальных объектов. Эта тенденция начинает изменяться лишь в эпоху Нового времени. Формирование естественных наук и генезис машинной техники потребовали целенаправленного использования данных естествознания о природных структурах и закономерностях. Это привело к активной материализации естественнонаучного знания, отделению сферы технического знания. Схематично взаимосвязь компонентов системы «естествознание – техникoзнание» развивалась следующим образом. С одной стороны, естествознание способствовало не только дальнейшему углублению научной картины мира, но и предоставляло технике более совершенные методы материализации выявленных природных закономерностей. С другой стороны, технические науки, повышая свое теоретическое обоснование, стимулировали новые направления научных исследований. При этом системе «естествознание – техникoзнание» присущи два таких взаимосвязанных процесса, как «сциентификация» технического знания (т. е. развитие на основе внедрения результатов фундаментальных естественнонаучных исследований) и «технологизация» естественнонаучного знания (т. е. создание технико-технологически ориентированных теорий). Именно на стыке естественных и технических дисциплин

плин происходит прорыв в научно-технической сфере (микроэлектроника, биотехнология и др.).

Концепция синергетики как нового междисциплинарного научного направления

Понятие «синергетика» было предложено в 1973 году немецким физиком Германом Хакеном для обозначения направления, призванного исследовать общие законы самоорганизации – феномена согласованного действия элементов сложной системы без управляющего действия извне. Синергетика (от греч. *synergetikos* – совместный, согласованный, содействующий) – научное направление, изучающее связи между элементами структуры (подсистемами), которые образуются в открытых системах (биологических, физико-химических, геолого-географических и др.) благодаря интенсивному (потокосому) обмену веществом, энергией и информацией с окружающей средой в неравновесных условиях.

Синергетику также можно рассматривать как междисциплинарное научное направление, используемое для объяснения возникновения макроскопических явлений в результате взаимодействия микроскопических элементов.

Существование систем невозможно без *связей*. Последние делят на прямые и обратные. Прямой называют такую связь, при которой один элемент (*A*) действует на другой (*B*) без ответной реакции. Примером такой связи может быть действие Солнца на земные процессы. При обратной связи элемент *B* отвечает на действие элемента *A*. Обратные связи бывают положительными и отрицательными. Обратная положительная связь ведет к усилению процесса в одном направлении. Пример ее действия – заболачивание территории (например, после вырубки леса). Обратная отрицательная связь действует таким образом, что в ответ на усиление действия элемента *A* увеличивается противоположная по направлению сила действия элемента *B*. Такая связь позволяет сохраняться системе в состоянии устойчивого динамического равновесия. Это наиболее распространенный и важный вид связей в природных системах. На них прежде всего базируется устойчивость и стабильность экосистем. Пример такой связи – взаимоотношение хищников и жертв.

В основе синергетического подхода к рассмотрению систем лежат три понятия: неравновесность, открытость и нелинейность.

Неравновесность – состояние системы, при котором происходит изменение ее макроскопических параметров, т. е. состава, структуры, поведения.

Открытость – способность системы постоянно обмениваться веществом, энергией, информацией с окружающей средой и обладать как «источниками» (зонами подпитки энергией из окружающей среды), так и зонами рассеяния, «стока».

Нелинейность – свойство системы пребывать в различных стационарных состояниях, соответствующих различным допустимым законам поведения этой системы.

Смысл синергетической концепции самоорганизации сводится к следующему.

1. Самоорганизация – процесс эволюции системы от беспорядка к порядку. Естественно энтропия системы, в которой происходит самоорганизация, должна убывать. Однако это ни в коей мере не противоречит закону возрастания энтропии в замкнутой системе, т. е. второму началу термодинамики. Процессы самоорганизации происходят в открытых системах. Если самоорганизация происходит в замкнутой системе, то всегда можно выделить открытую подсистему, в которой протекает самоорганизация; в то же время в замкнутой системе в целом беспорядок возрастает.

2. Самоорганизация происходит в системах, состояние которых в данный момент существенно отличается от состояния равновесия. Нарушение равновесия вызывается внешним воздействием. Состояние системы вдали от равновесия является неустойчивым относительно состояния вблизи равновесия, и именно вследствие этой неустойчивости возникают процессы, приводящие к образованию структур.

3. Самоорганизация возможна лишь в системах, состоящих из большого числа частиц. Только в системах с большим числом частиц возможно возникновение флуктуаций – макроскопических неоднородностей.

4. Самоорганизация всегда связана с самопроизвольным уменьшением симметрии. Процессы самоорганизации во многом похожи на фазовые переходы, поэтому их часто называют кинетическими фазовыми переходами. Отличие заключается в том, что при фазовых переходах происходит возникновение микроструктур (например, кристаллической решетки), в то время как в макроскопическом объеме система остается однородной.

5. Объекты исследований самоорганизации являются открытыми системами в неравновесном состоянии, характеризующимися интенсивным (потокосым) обменом веществом и энергией между подсистемами и между системой с ее окружением. Конкретная система погружена в среду, которая является также ее субстратом.

6. Результатом самоорганизации становится возникновение, взаимодействие, взаимосодействие (кооперация, коэволюция) и, возможно, регенерация более сложных в информационном смысле динамических объектов (подсистем), чем элементы (объекты) среды, из которых они возникают.

7. Направленность процессов самоорганизации обусловлена внутренними свойствами объектов (подсистем) в их индивидуальном и коллективном проявлении, а также воздействиями со стороны среды, в которой находится система.

8. Процессы самоорганизации происходят в среде наряду с другими процессами, в частности, имеющими противоположную направленность, и отдельные фазы существования системы могут как преобладать над последними (прогресс), так и уступать им (регресс). При этом система в целом может иметь устойчивую тенденцию или претерпевать колебания к прогрессивной эволюции либо к деградации и распаду.

В синергетике чрезвычайно важны явления хаотичности и упорядоченности. Любая нелинейная система за время существования претерпевает перестройки, часто многократные, в своей структуре, проходя этапы усиления хаоса. Как хаос, так и порядок формируются вследствие процессов самоорганизации. Хаос представляет собой кульминационное состояние в борьбе «старого» порядка с «новым», спонтанно стремящимся заменить «старый». Синергетика рассматривает несколько разновидностей хаоса-порядка.

1. *«Центральный порядок»* (по Гейзенбергу) – результат взаимно обуславливаемого действия всеобщих законов развития материи.

2. *Абсолютный хаос-порядок* характеризует вакуум, отсутствие материи, времени и пространства. Если существуют границы Вселенной, за которыми начинается такой вакуум, то в нем нет событий, а следовательно, пространства и времени, эволюционных процессов. В нем не существует законов движения материи и формирования структур.

3. *Термодинамический хаос-порядок*. К нему ведет направленный, необратимо протекающий упорядоченный процесс. Такой хаос формируется в силу необратимости процессов и поэтому является детерминированным. Состояние термодинамического хаоса может кратковременно установиться в искусственно создаваемых, закрытых для внешних воздействий условиях, без подвода к системе вещества и энергии, так что в системе отсутствует энергия, производящая работу против необратимости. Состояние термодинамического равновесия может рассматриваться как хаос потому, что положение любой части такой системы неопределенно ни во времени, ни в пространстве. Но обусловлен он упорядоченным движением вещества и энергии в результате действия законов термодинамики.

4. *Динамический хаос-порядок* формируется в результате упорядоченного поступления вещества и энергии в количествах, значительно превышающих необходимые для равновесия. Динамический хаос возникает в случае, если в течение короткого времени к системе подводится вещество и энергия в таких количествах, которые приводят к нарушению необратимости протекания процессов и разрушению системы.

Важной разновидностью динамического хаоса является хаос катастрофический. Он формируется в результате кратковременного поступления в систему из среды вещества и энергии в количествах, достаточных для полного уничтожения существовавших ранее упорядоченных структур.

Концепция универсального эволюционизма

Идеи эволюционизма появились в том или ином виде еще в древности, когда мыслители стали задумываться о развитии мира и месте человечества в нем. Эволюционизм как научное мировоззрение появляется лишь в XVIII веке (Кант, Гердер, Бюффон и др.), а тем более это характерно для XIX века, особенно в учении Гегеля о всеобщих формах развития. Сам термин «эволюция» появился благодаря англичанину Хэйлу, который в 1677 году ввел его в отношении к организму человека. В более широком биологи-

ческом смысле его употребил Спенсер (1852 г.), говоря о развитии всей живой материи.

Во второй половине XX века возникли проблемы глобального масштаба, требующие более содержательного объяснения происходящих в мире процессов. От абстрактно-диалектической картины развития необходимо было перейти к универсальной модели, которая исходила бы из основных концепций развития в области естественных, общественных и других наук и особенно – междисциплинарных исследований, без которых в принципе невозможно сформировать концепцию универсального эволюционизма.

В настоящее время идет поиск не всеобщих философских, а общенаучных законов и тенденций развития, т. е. выявление направлений и закономерностей развития всего сущего, которые носят универсально-инвариантный характер и могут претендовать на то, чтобы объяснить появление человечества и прогнозировать его дальнейшее взаимодействие с природой Земли и космосом. Универсальный эволюционизм необходимо отличать от глобального эволюционизма, суть которого ограничивается планетарными масштабами эволюции и не акцентирует внимание на выделении стабильных тенденций, принципов и законов как универсалий развития разнородных структур материи. Универсальный эволюционизм должен акцентировать внимание на общих, инвариантных тенденциях и закономерностях развития, проявляющихся на разных уровнях организации материи. В основе этой концепции лежит идея универсальности эволюции различных структурных уровней, выявление универсалий эволюционирующих структур. Универсалии (от лат. *universalis* – всеобщий) – это общие понятия, имеющие философское содержание. Под эволюционирующими структурами понимаются конкретные структуры или их совокупности, которые развиваются в определенном направлении и включаются исследователем в процесс эволюции.

С позиций эволюционного естествознания прогресс в природе можно проследить начиная с элементарных частиц. Атомы представляют собой по сравнению с элементарными частицами более сложные и организованные системы; по своим свойствам они не тождественны элементарным частицам. Переход от элементарных частиц к атомам, от одного качественного уровня к другому, от относительно простого к сложному является одним из первых известных нам шагов в восходящей ветви эволюции неживой природы. Следующей ступенью развития материальных систем являются молекулы, различных видов которых оказалось значительно больше, чем атомов (их количество приблизилось к нескольким миллионам). Результатом молекулярной (химической) эволюции явилось появление, в частности, таких сложных органических соединений, как полисахариды, полинуклеиновые кислоты и белки. На вершине химической эволюции возникло новое качество сложноупорядоченной в пространстве и во времени системы из органических веществ, непосредственно связанных с возникновением и развитием жизни. Из первичных организмов, которые, возможно, напоминали современные вирусы, развились одноклеточные, затем многоклеточные и т. д. – вся иерархия уровней биоло-

гической эволюции, в ходе которой появились микро-организмы, растения и животные. Вместе они составили от 30 до 100 миллионов различных видов. И только на пути развития животного мира оказалась магистральная линия прогресса, которая привела к появлению высших млекопитающих – приматов (человекообразных обезьян и человека).

Дальнейшая наиболее интенсивная эволюция продолжалась на планетах; на одной из них появилась жизнь (биосфера) со структурной единицей – организмом, а затем общество (социосфера) со структурной единицей – человеком. Взаимосвязанные звенья – структуры (системы) и структурные элементы составляют так называемый двухцепочечный ряд прогрессивного развития (или эволюционный ряд).

Универсальным критерием, однозначно определяющим многие характеристики развития материальных объектов в природе, считается информация, которая может храниться, перерабатываться, передаваться и т. д. При изучении материальных объектов, явлений и процессов первичный интерес представляет хранение информации, т. е. лишь та часть информации, которая по терминологии Бриллюэна называется *связанной*. Последняя не обязательно должна передаваться от одного объекта к другому, так как главное состоит в том, что она выступает как определенная характеристика относительно устойчивого распределения или разнообразия элементов в данной структуре объекта. Причем имеет смысл исследовать лишь конечные, ограниченные в пространстве и во времени системы и на определенном уровне, так как без этих ограничений количество информации (или количество разнообразия) в любом объекте в силу неисчерпаемости материи, ее развития и всеобщей связи явлений бесконечно велико.

Вообще одной из важнейших идей европейской цивилизации является идея развития мира. В своих простейших и неразвитых формах (преформизм, эпигенез, кантовская космогония) она начала проникать в естествознание еще в XVIII веке. Но уже XIX век по праву может быть назван веком эволюции. Сначала в геологии, затем в биологии и социологии теоретическому моделированию развивающихся объектов стали уделять все большее внимание. В науках физико-химического цикла идея развития принималась сложно. Вплоть до второй половины XX века господствовала исходная абстракция закрытой обратной системы, в которой фактор времени не играет роли. Даже переход от классической ньютоновской физики к неклассической (релятивистской и квантовой) в этом отношении ничего не изменил. Однако в классической термодинамике было введено понятие энтропии и представление о необратимых процессах, зависящих от времени (в физические науки было введено понятие «стрела времени»). Классическая термодинамика изучала лишь закрытые равновесные системы, а неравновесные процессы рассматривались как возмущения, второстепенные отклонения, которыми можно пренебречь. Проникновение эволюционной идеи в геологию, биологию, социологию, гуманитарные науки в XIX – первой половине XX века происходило достаточно независимо в каждой из этих отраслей познания, хотя взаимовлияние наук и слож-

ные «идейные перетоки» между научными направлениями, конечно, имели место.

К концу XX века естествознание подошло к созданию *единой модели универсальной эволюции*, выявлению общих законов природы, связывающих в единое целое происхождение Вселенной (космогенез), возникновение Солнечной системы и Земли (геогенез), возникновение жизни (биогенез) и, наконец, возникновение человека и общества (антропосоциогенез). Такая модель разрабатывается в рамках концепции глобального эволюционизма. В этой концепции Вселенная предстает как развивающееся во времени природное целое, а вся история Вселенной от Большого взрыва до возникновения человечества рассматривается как единый процесс, в котором процессы эволюции космических, химических, биологических, геолого-географических и социальных систем преемственно и генетически связаны между собой.

В концепции глобального эволюционизма подчеркивается важнейшая закономерность – направленность развития мирового целого на повышение своей структурной организации. Вся история Вселенной – от момента сингулярности до возникновения человека – предстает как единый процесс материальной эволюции, самоорганизации, саморазвития материи. Важную роль в концепции универсального эволюционизма играют факторы эволюционного процесса: появление новых структурных элементов (мутации в эволюции организмов), обмен систем структурными элементами, несущими информацию (дрейф генов, миграция организмов и др.), отбор наиболее эффективных образований (естественный отбор в эволюции организмов) и др. в процессе глобальной эволюции очерчиваются уровни организации материальных систем.

Большое значение имеет так называемый *антропный принцип*, определяющий, что возникновение человечества, познающего субъекта (а значит, и предвещающего органического мира) было возможным в силу того, что ключевые свойства нашей Вселенной именно таковы, какими они являются. Данный принцип отражает глубокое внутреннее единство закономерности исторической эволюции Вселенной, Универсума и предпосылок возникновения и эволюции органического мира вплоть до антропосоциогенеза. Согласно этому принципу существует некоторый тип универсальных системных связей, определяющих целостный характер существования и развития Вселенной как определенного системно организованного фрагмента бесконечно многообразной материальной природы.

Фундаментальная роль информации в природе и обществе

В настоящее время информацию по праву причисляют к важнейшим ресурсам и факторам социального развития. Несмотря на выход отдельных работ по проблеме информации, в которых содержался анализ этого феномена с широких мировоззренческих и методологических позиций, «информационный» аспект мировоззрения пока еще не стал существенным компонентом мышления. Упрощая и схематизи-

руя ситуацию, можно сказать, что естественнонаучное мировоззрение базировалось на «вещественно-энергетическом» фундаменте. Такие понятия, как «вещество» и «энергия», из мировоззренческих категорий превратились в показатели человеческой деятельности. На определенных этапах развития общества стояли свои задачи, и хотя информация – это вечная проблема, именно во второй половине XX века, сложились обстоятельства, выдвинувшие ее в качестве лидера как в мышлении, так и в деятельности людей. Под информацией в широком смысле понимают главную часть такого атрибута всей материи, как отражение. Особенность этой части материи заключается в том, что она может объективироваться, опредмечиваться, передаваться и вообще участвовать в разных формах движения, которые реализуются как в природе и обществе, так и в информационно-кибернетической технике, в частности в ЭВМ. Само отражение существенно связано со своим материальным носителем и характеризуется пространственными, энергетическими и другими параметрами. От своего материального носителя можно отделить лишь ту его часть, которая может передаваться и транслироваться, порождая отражение (образ) в ином предмете (приемнике информации). Образ, который формируется в сознании одного человека под влиянием передачи информации другим человеком, никогда точно не совпадает с образом передающего, ибо у каждого есть свои индивидуальные отличия.

В настоящее время нет единого мнения о том, является ли информация свойством всей материи или же она характеризует лишь две высшие ее ступени развития (биологическую и социальную). Более перспективна первая точка зрения, тем более что эксперименты с переносом сверхмалых концентраций вещества в жидкостях, передача генетических признаков по небιологическим каналам связи, развитие синергетики и других наук о неживой природе дают новые аргументы в пользу существования информации в неживой природе. Да и само развитие микропроцессорной техники, реализующей идею наличия структурной информации в используемых кристаллах (чипах), также свидетельствует не только о перспективности признания информации свойством высших форм организации материи, но и о наличии информации в самом фундаменте мироздания как стороны процессов отражения. Независимо от приверженности к той или иной точке зрения на природу информации наблюдается тенденция признания информации фундаментальной общенаучной категорией.

Информация имеет различные виды, в частности можно выделить информацию в неживой природе, биологическую и социальную (в совокупности образующие информационную реальность). В широком смысле *социальная информация* представляет собой как информацию о самой социальной форме движения, так и о других ее формах, которая получена обществом и используется в различных сферах его деятельности. В более узком смысле – это информация лишь об обществе и человеке. Такое разделение дается по субъекту информационного процесса (т. е. системы, которая ее получает и использует) и по объекту (который она отображает). При этом высшим

ее видом является информация, которая проходит через сознание человека, и в ней можно выделить наиболее важную форму, которая выражает общечеловеческое, гуманистическое содержание, ориентированность на выживание и устойчивое развитие всей человеческой цивилизации. Для того чтобы реально существующему глобальному процессу стать проблемой, необходимо условие, характерное для всех глобальных проблем, а именно должно существовать основное противоречие в развитии той или иной проблемы, которое угрожает развитию как всего общества в целом, так и отдельного человека в форме того или иного критического явления. Например, экологический кризис, угроза термоядерной катастрофы и т. п. Такое противоречие в развитии социально-информационных процессов носит название «информационного кризиса», которое представляется как противоречивое единство «информационного взрыва» и «информационного голода». Информационный кризис проявляется в следующих трех моментах. Во-первых, наличие противоречия между ограниченными возможностями человека по восприятию и переработке информации и существующими мощными потоками и массивами хранящейся информации (первый информационный барьер) и даже любыми группами людей, не вооруженных ЭВМ (второй информационный барьер). Общая сумма знаний менялась вначале очень медленно, но уже с 1900 года она удваивалась каждые 50 лет, к 1950 году удвоение происходило каждые 10 лет, а к 1970-му – уже каждые пять лет. К концу XX века поток информации возрос более чем в несколько десятков раз, удваиваясь с 1990 года ежегодно, а в последние годы – еще больше. Во-вторых, перепроизводство значительного количества информации, которая либо претраждает, либо существенно затрудняет потребление полезной, ценной информации для потребителя. В-третьих, нарушение целостности научных и социальных коммуникаций, заключающихся в предпочтении корпоративных, элитарных и групповых интересов, гипертрофировании ведомственных целей и нужд, наличии феномена секретности и т. д., т. е. имеются определенные экономические, политические и другие социальные барьеры, которые не позволяют информации полностью реализовать свою интегрирующую роль в развитии современного общества. С одной стороны, информационный фактор произвел в жизни человеческой цивилизации за последние десятилетия одно из самых глубоких изменений за всю ее историю – связал мир в единую информационную систему. Но, с другой стороны, это единство пока носит формальный, поверхностный, в основном технический характер, что свидетельствует в пользу того, что с помощью одной лишь информации не решить социальных проблем.

«Ресурсный» подход к информации и информатике также базируется на деятельностном представлении информационных процессов, на понимании наличия потребностей в информации, использовании ее для целей выживания и развития. Под *ресурсами* обычно понимается часть компонентов социальной деятельности либо окружающей природной среды, используемой как для развития общественного производства, так и для удовлетворения потребностей че-

ловека и общества в целом. В данном случае, ресурсы – это потребность в информации, что позволяет ввести понятия *информационных потребностей и ресурсов развития*. Как предмет особой информационной деятельности, информация ценится за свое содержание, т. е. за свои идеальные параметры. В этом плане в отличие от материальных ресурсов она представляет идеальный ресурс, экономящий другие вещественно-энергетические ресурсы. Вместе с тем информационные ресурсы в широком смысле включают и сами информационные средства (компьютеры, средства связи, модели, алгоритмы, программы и т. д.), без которых либо невозможно, либо неэффективно перерабатывать и передавать информацию. В информационные ресурсы входят также и кадры, овладевшие компьютерно-информационной грамотностью и культурой. Тем самым информационный ресурс развития (и в частности социального управления) имеет два аспекта: идеальный и материальный, как предмет и как средство информационной деятельности.

Как известно, ресурсы делятся на возобновляемые (воспроизводимые) и невозобновляемые. По своему статусу информация (прежде всего научно-техническая [НТИ]) ближе к возобновляемым ресурсам; однако полностью относить ее к возобновляемым ресурсам нельзя, поскольку свойством повторного использования обладает далеко не вся информация в силу своего старения и ряда других качеств (например, неконкурентоспособности). Фундаментальная НТИ может быть использована многократно и это позволяет приравнять ее к возобновляемым материальным ресурсам. Определенная часть прикладной НТИ может быть также использована многократно. Создание и распространение персональных компьютеров (ПК) открывает более широкие перспективы многократного и быстрого использования идеальных информационных ресурсов, добытых всем человечеством. Информация как ресурс тем самым обнаруживает тенденцию становления общечеловеческим достоянием и стратегическим фактором устойчивого развития.

В последние годы информация обрела свой экономический статус как ресурс и потенциал развития; оказалось, что она может даже превращаться в товар, обладая не только стоимостью и потребительной стоимостью, но и меновой стоимостью, может эффективно использоваться для повышения экономического роста как качественный фактор развития.

На этапе экстенсивного развития материального производства было замечено, что рост объема производства требует большего, чем линейный рост количества информации даже из-за увеличения «поля деятельности», количества подлежащих информационной связи компонентов хозяйствования. Тем более это относится к интенсивной деятельности, когда умножаются качественные факторы развития и минимизируются количественные. Говоря об информации как наиболее значимом факторе перехода к устойчивому развитию, следует отметить, что наибольшая часть производимой социальной информации не используется по разным причинам либо оказывается избыточной, дублирующей уже ранее полученную, либо быстро устаревает и т. д. Поэтому рост информационно-

го содержания социосферы вряд ли можно представить в виде процесса лишь непрерывного накопления каких-то неизменных атомов информации. Накопление действительно происходит, но не просто в кумулятивном процессе обобщения в ходе преобразования как хранимой, так и вновь производимой информации. Наибольшую ценность представляет новая и фундаментальная научная информация, движение которой к практическим и иным сферам деятельности представляет интенсификационный процесс.

Известно, что для увеличения производства вдвое необходимо вчетверо больше информации, а в настоящее время речь идет о том, что увеличение объема производства должно идти еще более быстрыми темпами; происходит переход от экстенсивного к интенсивному и биосферосовместимому экономическому развитию. Но дело не только в росте объемов производства, но и в производительности труда, эффективности производства. Это означает, что для сохранения качества управления при возрастании производительности труда в N раз необходимо, чтобы производительность труда лиц, занимающихся управлением, возросла бы в N^3 раз. Тем самым на определенной ступени технической вооруженности общества сдерживающим фактором его развития становится производительность труда всех тех, кто занят созданием и переработкой информации. Эти математические зависимости иллюстрируют причины усиленного роста информационной сферы.

Традиционные способы производства научных знаний и вообще развития человеческого интеллекта привели к противоречию, когда физические возможности всего человечества, его природопреобразовательные действия существенно опередили понимание и предвидение того, что в результате этого может произойти. Отставание развития человеческого интеллекта и всего общественного сознания от его деятельности чревато экологической и ядерной катастрофами, преодолеть которые возможно не просто реализацией нового политического мышления, но прежде всего кардинальной перестройкой всего мышления и производства человеческих знаний. Это возможно лишь ценой решительного отказа от традиционных методов генерации и использования научных знаний, резкого повышения престижа и статуса науки, максимально гуманизированной, одним из основных факторов и механизмов которого выступает информация. Именно научная информация превращается в приоритетную общецивилизационную ценность, а информатизация – в кардинальный механизм выживания всего человеческого рода и сохранения природы.

Литература

1. Ананьев Б.Г. Системный подход в современной науке. М., 2002.
2. Арнольд В.И. Теория катастроф. М., 2004.
3. Боринская С.А. Принципы эволюции в природе и обществе. М., 2002.
4. Василькова В.В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: синергетика и теория социальной самоорганизации. СПб., 1999.

5. Галимов Э.М. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции. М., 2001.
6. 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. М., 2006.
7. Гольдфейн М.Д., Урсул А.Д., Иванов А.В., Маликов А.Н. Основы естественнонаучной картины мира. Учебное пособие. Саратов: Изд-во Саратов. Ин-та РГТЭУ, 2011.
8. Гуревич И.М. Законы информатики – основа строения и познания сложных систем. М., 2007.
9. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М., 1997.
10. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика: нелинейность времени и ландшафты коэволюции. М., 2007.
11. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986.
12. Урсул А.Д. Информатизация общества. Введение в социальную информатику. М., 1990.
13. Урсул А.Д. Научная картина мира XXI века: темная материя и универсальная эволюция // Безопасность Евразии. 2009. № 1.
14. Урсул А.Д., Урсул Т.А. Универсальный эволюционизм (концепции, подходы, принципы, перспективы). М., 2007.
15. Хакен Г. Синергетика. М., 1980.
16. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. М., 2002.
17. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. М., 2001.

© **М. Д. Гольдфейн** - сотр. Саратовского госуд. ун-та им. Н.Г. Чернышевского, goldfeinmd@info.sgu.ru; **А. Д. Урсул** - сотр. Саратовского госуд. ун-та им. Н.Г. Чернышевского, goldfeinmd@info.sgu.ru; **А. М. Кочнев** – д-р пед. наук, проректор КНИТУ; **Г. Е. Заиков** – сотр. Института биохимической физики им. Н.М.Эмануэля.