

251973 ✓
374 ✓
56909
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ
БЕСПЛАТНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СИСТЕМ

Учебно-методическое пособие

НАЛЬЧИК 2003

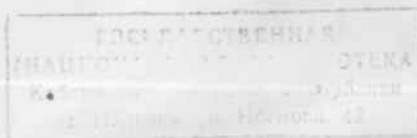
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА

В. А. Шевлоков

**МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
СЛОЖНЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СИСТЕМ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

НАЛЬЧИК 2003



605909

УДК 001.5
ББК 87.251.173
Ш 374

*Работа выполнена при финансовой поддержке
РГНФ (грант № 02-03-18372а).*

Рецензент:

доктор философских наук, профессор, зав. кафедрой философии и политологии
Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии
М.М. Кучуков

Шевлоков В.А.

Методология исследования сложных самоорганизующихся систем. Учебно-методическое пособие. – Нальчик: Каб.-Балк. ун.-т, 2003. – 64 с.

Данное учебно-методическое пособие посвящено тому направлению в методологии постнеклассического этапа развития научного познания, которое связано с исследованием процессов самоорганизации сложных эволюционирующих систем.

Пособие предназначено для студентов магистерской ступени образования и является дополнительным материалом к основным курсам по «Истории и методологии современного научного познания», «Современным проблемам науки», «Философским проблемам гуманитарных наук», а также «Концепции современного естествознания».

Рекомендовано РИСом университета

УДК 517.94 (075.3)
ББК 22.161.67 я 73

© Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова, 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

Естественные науки направлены на поиск и открытие законов природы. На основе знания этих законов становится возможным предвидение и прогноз будущего. Данной способности не доставало знанию историческому (идеографическому), вынужденному ограничиваться описанием уникальных прошлых и настоящих событий. Однако, когда стало очевидно, что на уровне отдельных, эмпирически фиксируемых событий и природные явления индивидуально неповторимы, принцип историзма оказался применим и к ним. Таким образом, взаимоотношения гуманитарных и естественных наук стало основываться не на редукции социального знания к установкам естественных наук, а на *продуктивном обмене идеями* эволюции, системной сложности и историзма.

История развития научного познания свидетельствует о том, что в естествознании периодически появляется «наука-образец» – наиболее развитая теоретическая система – «лидер» научного познания, за которым вдогонку устремляются остальные. В такой роли когда-то выступала классическая механика Ньютона, а в последствии теория биологической эволюции Дарвина, кибернетика, теория систем, сейчас – *синергетика*. Последствия их возникновения были таковы, что на каждую из них ориентировались другие науки, стремясь подражать им, заимствовать у них методы, понятия, черпать аналогии.

Такую ситуацию междисциплинарного развития теоретического знания называют «парадигмальными прививками» – переносом представлений специальной научной картины мира, а также идеалов и норм исследования из одной научной дисциплины в другую. Результатом такой «трансплантации» является новая картина исследуемой реальности и новые нормы исследования, которые открывают иное, чем прежде, поле научных проблем, стимулируют открытие явлений и законов, которые ранее вообще не попадали в сферу научного поиска. Именно такой путь стал определяющим для постнеклассической науки. Естественно, при этом ни в коей мере не умаляется, а тем более не подвергается сомнению специфика и собственные средства и методы исследования каждой отдельной самостоятельной дисциплины.

Синергетика как качественно новое междисциплинарное по своему характеру направление научного поиска, исследует закономерности процессов самоорганизации систем различной природы. Тем самым по самой своей сути играя роль *коммуникативно-диалогового канала* между естественнонаучным и социальным познанием.

ВВЕДЕНИЕ

Процессы, приводящие к образованию новых пространственных, временных, пространственно-временных и функциональных структур в сильно неравновесных системах, изменению степени их организации, энергетической и информационной насыщенности, являются предметом исследований новой междисциплинарной области современного научного познания – *синергетики*.

Исследования процессов самоорганизации, имеющие в своей основе общие механизмы возникновения и функционирования, вызывают особый интерес со стороны различных областей научного познания, в том числе и социальных дисциплин, где объектами изучения становятся системы, находящиеся вдали от состояния равновесия с нелинейно протекающими в них процессами. Существенной чертой данных процессов является их эволюционирующий характер, связанный с многовариантностью и альтернативностью. «Выбор» одной из альтернатив связан с необратимыми последствиями, результаты которых заранее предугадать не представляется возможным в рамках традиционных («линейных») представлений. Все это приводит к необходимости перехода от «линейного» способа мышления в отношении самоорганизующихся систем к «нелинейному» в попытках поиска адекватных методов и средств и представления в соответствующем *способе описания*.

Однако реализация этой идеи в научном плане становится возможной лишь на путях конкретных, поэтапных исследований условий и механизмов самоорганизации, соотносимых как со спецификой, так и с пространственно-временными масштабами эволюционирующих систем. В данном учебно-методическом пособии предложен методологический подход к выявлению и анализу факторов, обуславливающих многовариантность и альтернативность сложных эволюционирующих систем, а также механизмов «выбора» из этих альтернатив. Знакомство с результатами проведенного анализа в предлагаемом пособии позволит по-новому осмыслить «традиционные» проблемы, стоящие перед различными областями научного познания, а так будет способствовать лучшему пониманию принципов согласованного поведения (действия) сложноорганизованных систем, в том числе и человеческих общностей, а также их коэволюцию.

ПОНЯТИЕ «СПОСОБ ОПИСАНИЯ»

Прежде чем перейти непосредственно к предмету рассмотрения, кратко остановимся на таком важном понятии, как «способ описания».

Видимо, одним из первых, кто в методологии науки определил, что естественнонаучная, в частности, физическая теория, представляет собой *абстрактное и обобщенное описание* явлений природы, был Эрнст Мах (1872г.)¹. Но данное положение на фоне традиционного для того времени механистического мировоззрения, утверждавшего возможность предельного (окончательного) объяснения мира на основе принципов механики, не нашел соответствующего отклика среди естествоиспытателей. А когда вслед за Махом признанный авторитет в области физической науки, основатель спектрального анализа Г.Р. Кирхгофф объявил основной задачей механики – «дать наиболее полное и возможно более простое описание движений, происходящих в природе»², данное заявление вызвало «всеобщее изумление». Как иронично заметил по этому поводу П. Флоренский; «приходится изумляться этому изумлению; к тому же, понять математическое естествознание как *описание* – было не разрывом, а, напротив, преемством традиции, установленной еще Ньютоном...»³. В дальнейшем подход к естествознанию как символическому способу описания стал общепризнанным.

Что же вкладывалось в понятие «способа описания»? Обратимся к автору «Принципов механики» Генриху Герцу. «Постижение природы, – указывает он, – связано с тем, что мы создаем себе внутренние образы или символы внешних предметов (к примеру: материальная точка, масса и т.п. – В. Ш.) и создаем мы их такими, чтобы логически необходимые последствия этих образов были всегда образами естественно необходимых последствий изображенных в них предметов»⁴. Формирование образов, или точнее символов, представляется для науки процессом естественным. Но что означает, что «последствия образов» должны быть опять «образами последствий»? Ведь одни и те же предметы могут обозначаться разными символами, сами эти символы могут различаться в различных направлениях. Стало быть, чтобы «последствия образов» стали «образами последствий», они должны удовлетворять определенным требованиям.

Г. Герц выводит такие требования:

1. Образы или символы не должны входить в противоречие с законами мышления (логики).

¹ Мах Э. Принцип сохранения работы. История и корень его. – СПб., 1909. – С. 109.

^{*} Подразумевается лапласовский принцип детерминизма, позволяющий предсказывать ход событий природы на сколь угодно длительный период, раз будут определены массы всех тел, их положения и начальные скорости.

² Kirchhoff R. Vorlesungen über mathematische Physic Mechanik. Lpz., 1874. S. 1

³ Флоренский П.А. У водоразделов мысли: В 2-х т. – М., 1990. – С.110. – Т.2.

⁴ Герц Г. Три картины мира // Новые идеи в философии. – СПб., 1914, №11. – С.65–111.

2. Отношения самих символов не должны противоречить отношениям описываемых ими предметов.

3. Символы должны быть наиболее целесообразными (т.е. из двух различных символов одного и того же предмета более целесообразным признается тот, который отражает наибольшее число существенных отношений предмета).

Основой выполнения данных требований является существование определенного соответствия («согласия») между природой и нашим духом (субъективными формами отображения – символами и связями символов), свидетельством чему является опыт.

Таким образом, по Герцу, символическое описание, выступающее как метод и познавательная форма естествознания сводится к тому, что если «нам удалось из накопленного до сих пор опыта вывести образы требуемого характера, то мы можем уже из них, как из моделей, в короткое время вывести те последствия, которые наступят во внешнем мире гораздо позже без нашего содействия или как последствия собственного нашего вмешательства в ход вещей; так мы можем предвирать факты и решения наши в настоящем соотносить с достигнутым уже познанием»¹.

На важность осмысления символического способа описания обращал внимание и *А. Пуанкаре*. «В физических теориях, – писал он, – нужно различать основу и форму. Основа – это существование некоторых связей между недоступными объектами. Эти связи – единственная реальность, которой можно достигнуть, и все, что мы можем спросить – такие же ли связи между реальными объектами и между образами, которые мы ставим на их место.

Форма – лишь род одежды, которую мы набрасываем на этот скелет. Эту одежду мы меняем часто, к удивлению остальных людей, у которых это непостоянство вызывает улыбку и которые объявляют банкротство науки. Но если часто меняется форма, основа остается.

Гипотезы относительно того, что я назвал формой, не могут быть истинными или ложными, они могут быть лишь удобными или неудобными. Например, существование эфира, так же, как и внешних объектов, является лишь удобной гипотезой»².

В противоположность данному подходу Пуанкаре на природу символов и их роли в теоретическом естествознании *А. Ф. Лосев* на основе глубокого исследования символического способа постижения мироздания в культурно-историческом контексте отмечает, что к «сущности символа относится то, что никогда не является прямой данностью вещи, или действительностью как порождение, но ее *порождающим принципом*, не ее продолжением, но ее

¹ Герц Г. Три картины мира // Новые идеи в философии. – СПб., 1914, № 11. – С. 65–66.

² Пуанкаре А. Избранные труды. – М., 1974. – С. 659–660. – Т. 3.

предположением, ее полаганием. Выражаясь чисто математически, символ является не просто функцией (или отражением) вещи, но функция эта разложима здесь в бесконечный ряд, так что, обладая символом вещи, мы, в сущности говоря, обладаем бесконечным числом разных отражений, или выражений вещи¹. Стало быть, речь идет о чрезвычайной насыщенности и обобщенности символа, о его эвристической роли.

Высоко оценивал значение символического способа описания как своеобразного искусственного языка *Н. И. Лобачевский*. «Чему одолжены своими блистательными успехами в последнее время математические и физические науки, слава нынешних веков, торжество ума человеческого? – писал он. – Без сомнения искусственному языку своему»².

Современный взгляд на роль символов в научном познании выразил выдающийся физик-теоретик *М. Борн*. «Я детально изучил этот вопрос и убедился, – пишет он, – что символы составляют существенную часть методов глубокого постижения физической реальности (по ту сторону явлений)»³.

Однако основное возражение, возникшее против символического описательного характера, было связано, как казалось некоторым ученым, с необходимостью отказа от объяснительных функций науки. Действительно, символы, модели выступают «фиктивными» образами мира, замещающими явлениями действительности, а не объясняющие их. Объяснение претендует на однозначность (единственность), тогда как символы, модели действительности допускают множественность выбора, множественность их интерпретаций. Если объяснение есть точное знание, то модель выступает лишь как гипотеза.

Анализируя соотношение описательной и объяснительной функций науки, *П. Флоренский* отмечал, что «ни математические формулы, ни механические модели не устраняют реальности самого явления, но стоят наряду с нею, при ней и ради нее. Объяснение хочет снять самое явление, растворить его реальность в тех силах и сущностях, которые оно представляет вместо объясняемого. Описание же символами нашего духа, каковы бы они ни были, желает углубить наше внимание и послужить осознанию предлежащей нам реальности»⁴. И далее в образной форме он поясняет свою мысль. «Научное описание – подобно морскому валу: по нему бегут волны, возбужденные проходящим пароходом; поверхность этих изборождена колебаниями от плавников большой рыбы, а там друг по другу, – все меньшие и меньшие зыби, включительно до мельчайшей, может быть, микроскопической ряби. Так и описание: основные образы, распре-

¹ Лосев А.Ф. Проблема символа и реалистическое искусство. – М., 1976. – С. 12. Так же см.: Лосев А.Ф. Очерки античного символизма и мифологии. – М., 1993.

² Цитиров. по кн.: Модзалевский Л.Б. Лобачевский. – М.-Л., 1948. – С. 323.

³ Борн М. Моя жизнь и взгляды. – М., 1973. – С. 109.

⁴ Флоренский П.А. У водоразделов мысли. Соч. в 2-х томах. – М., 1990. – С.119. – Т. 2.

деляющие главные линии этой живописи словами, состоят из образов второстепенных, те в свой черед, – опять из образов, и так далее. Основной ритм осложняется вторичными, те – третичными, а все же они, осложняясь и сплетаясь, образуют сложную ритмическую ткань. Итак: если принять за исходную точку наших рассматриваний *образ*, то и все описание действительности окажется пестрым ковром сплетающихся образов»¹.

Кажущееся на первый взгляд неразрешимое противоречие между «описанием» и «объяснением» снимается переходом от механистических представлений о природе к новой парадигме современного естественнонаучного познания. Объяснение выступает ни чем иным, как «модусом» описания. Объяснение – это описание особой точности, широты, проникновения и связности, особой степени уплотненности, проникновенной сосредоточенности. «Объяснить» в точном смысле слова – это значит дать описание всестороннее, т.е. исчерпывающе полное или предельное.

И еще одним важным аспектом, связанным с символическим способом описания, особенно актуальным для нашего времени, является проблема дегуманизации научного знания. Возможность возникновения данной проблемы предвидел еще в начале века П.Флоренский.

Действительность, как известно, описывается символами. Но символ перестал бы быть символом и стал бы в нашем сознании просто самостоятельной реальностью, никак не связанной с символизируемым, если бы описание действительности своим предметом имело бы только эту действительность: описанию необходимо, вместе с тем, иметь в виду и символический характер самих символов, т.е. особым усилием все время держаться сразу и при символе и при символизируемом. Таким образом, описание имеет двойственный характер: символический образ утверждается как *особая* сущность, а связывается – как сущность именно *познавательная*, – т.е. сдерживается имманентной самому описанию действительности. Данное обстоятельство аналогично положению в искусстве: художественным образам присуща наибольшая степень воплощенности, конкретности, жизненной правдивости, но мудрый художник наибольшие усилия приложит, быть может, именно к тому, чтобы, переступив грани символа, эти образы не соскочили с пьедестала эстетической изолированности и не вмешивались в жизнь, как однородные с нею части ее. Изображения, выдвигающиеся за плоскость рамы; натурализм живописи («хочется взять рукой»); внешняя звукоподражательность в музыке; протокольность в поэзии и т.п., вообще всякий подмен искусства имитацией жизни вот преступление и против жизни, и против искусства, соответствующие расплывчатости рубежей между научными образами и изучаемой действительностью. Не только «оживший» портрет, «отделившаяся» тень, но и материализовавшая схема науки или общественного класса, самоопределившись, могут прикоснуться к жизни и души ее. Право на символотворчество принадлежит лишь

¹ Флоренский П.А. У водоразделов мысли. В 2-х т. – М., 1990. – С. 122. – Т. 2.

тому, кто трезвой мыслью и «жезлом железным» пасет творимые образы на жизненных нажатиях своего духа. Не виртуозность разработки, но аскетическое трезвление в самом буйстве творческих порывов есть признак истинного творчества.

Но что значит необходимость обуздания образа, символа, будь то науки или искусства? Как предотвратить, чтобы символ не превратился в самостоятельную сущность, оторванную от символизируемого и довлеющего и омертвляющего его? Чтобы «буква закона не душила ее дух», чтобы идеология не стала идолом, чтобы жизнь оставалась богаче любых схем ее описания. Это становится возможным при осмыслении того, что само описание есть образ или система образов, но взятые критически, т.е. именно как образы (символы); и, наоборот, образы, содержимые в описании, суть не что иное, как сгустки, уплотнения и кристаллы того же описания, т.е. само описание, но предельно живое и стремящееся уже – вот-вот – к самостоятельности¹.

Неосознанное или сознательное превращение образа, символа в самостоятельную сущность – прямой путь к дегуманизации как науки, так и всех других сфер деятельности человеческого духа. Еще более неправомерны попытки обоснования подчиненности самого человека созданным им же символом. Такая тенденция особенно ярко прослеживается в рассуждениях американского философа Ч. Морриса. «Человек, – пишет он, – живет в своих символах, подчиняет себя им»².

С другой стороны, символический способ описания показывает невозможность и ошибочность описания природы и жизни «извне» с позиции зрителя. Описание – живой диалог, коммуникация, и оно подчинено ограничениям, свидетельствующим о том, что мы, как разумные существа, погружены в реальный мир³. И не случайно поэтому, что авторы данного высказывания в своей синергетической концепции, исходящей из принципа «порядок из хаоса», сопровождают это название («Порядок из хаоса») своей работы существенным добавлением: «Новый диалог человека с природой».

Учитывая рассмотренные представления о символическом способе описания в точных науках, перейдем к предмету нашего анализа.

¹ Флоренский П.А. У водоразделов мысли. В 2-х т. – М., 1990. – С. 120-121. – Т. 2.

² Morris Ch. Foundation of the Theory of Signs. – International Encyclopedia of Unified Science. – N.-Y., 1938, vol. 1. – P. 87.

³ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М., 1986. – С. 371.

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ МНОВОВАРИАНТНОСТИ И АЛЬТЕРНАТИВНОСТИ ИСТОРИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Синергетика как интегративная область научного исследования механизмов и общих закономерностей процессов самоорганизации может служить методологической основой постижения сложных, необратимых, эволюционирующих социальных систем.

На основе синергетического подхода открываются новые перспективы осмысления сущности и природы человека, взаимодействия человека и общества, общества и природы (их коэволюцию), более эффективного «управления» социальными процессами. В данном аспекте синергетика выступает как *социосинергетика*.

Однако, как указывал еще М. Эйген, «везде и всюду поднимается интерес к этим вопросам динамики, во всевозможных областях <...> само собой, сейчас появляются и всевозможные сферы применения, это проникает даже в социологию. Эти люди говорят, что общество есть динамическая система; что, безусловно, так и есть, только <...> я затрудняюсь слишком уж смело экстраполировать эти идеи сразу и на другие области. Здесь, в данной системе, я могу окинуть взглядом ее параметры, и при этом мне хочется прежде всего уяснить, что и как. Я не могу располагать параметрами общественной системы, тут может что угодно, и, по-моему, эта система не приспособлена для изучения самоорганизующегося поведения как такового (то есть физики самоорганизации). Это применение может быть интересным, но к нему следует относиться с осторожностью»¹.

Но нельзя отрицать, что все сложные социальные системы, в которых происходят разнообразные формы человеческой деятельности: экономические, культурно-этнические, политические и другие процессы являются открытыми, неравновесными системами, способными обмениваться веществом, энергией и информацией. Таким системам присуща тенденция и вероятность к самоорганизации, к повышению уровня и степени организации – прогрессивному развитию. Любые же закрытые макроскопические системы, в соответствии со вторым началом термодинамики, вследствие возрастания энтропии, стремятся к равновесию – хаосу, дезорганизации, дезинтеграции, что с учетом специфики справедливо и для социальных систем. Примером может служить Советский Союз, изолировавший себя от мирового сообщества «железным занавесом», что явилось одной из причин роста «социальной энтропии» при минимуме свободной энергии (творчества и инициативы людей), и как итог привело к распаду, со многими катастрофическими последствиями для огромного числа людей.

Но возрастанию социальной энтропии можно противопоставить процессы антиэнтропийные (которые, следуя Ф. Ауэрбаху, мы называем *эктропийными*), приводящие социальную систему к новому уровню организации,

¹ Eigen M. Interview. Stutgary, 1985.

связываемому на современном этапе с демократическими ценностями. Данную ситуацию в интересующем нас аспекте отобразил в своей теории «Конца истории» Ф. Фукуяма. «С точки зрения статистической физики, – пишет он, – свобода – это энтропия, которая, как известно, стремится к максимуму в замкнутой системе. Но политическая система открыта через ресурсы и пассионарность. Через рост энтропии-свободы политическая система стремится обрести цель и смысл, а вариации ресурсов и пассионарной энергии заставляет систему постоянно перестраиваться». В связи с этим, как отмечает далее Фукуяма, «мы можем говорить о едином оптимизационном критерии для мира в целом. Такой критерий есть свобода, стремление которой к максимуму теснейшим образом переплетено с ресурсами и пассионарной энергией»¹.

Что же это за свобода-энтропия, обусловленная ресурсами и пассионарной энергией? Нетрудно заметить, что здесь речь идет о той свободе-энтропии (эктропии), которая противостоит процессам деградации, хаотизации, обесцениванию энергии, в том числе и энергии социальной. И если следовать *антропному принципу* в космологии, то жизнь с сопровождающими ее эктропическими процессами не есть нечто просто аномальное, нечто исключительное на фоне непреклонных законов физики. Жизнь имеет космологические масштабы. Космологический масштаб жизни как раз и определяет те возможности жизни и, в частности, общества, как ее проявления, использовать ресурсы и аккумулировать индивидами ту пассионарную энергию, необходимую для свободы, как осуществления созидательной (антиэнтропийной) деятельности*. Но космологические масштабы жизни обусловлены соответствующей структурой пространства-времени, ибо в абсолютно симметричном пространстве-времени не может возникнуть жизнь и высшая форма ее проявления – социальная жизнь. Следовательно, можно предположить, что и между социальными процессами (шире историческими) и пространственно-временной структурой должно существовать определенное соответствие. Иначе говоря, отвечает ли системной организации общества специфическая структура пространства-времени, которую принято называть социальным пространством-временем?

Социальное пространство и время

В качестве иллюстрации и осмысления специфики структуры социального пространства-времени воспользуемся исследованиями немецкого философа и социолога *Георга Зиммеля*. В работе «Проблема исторического времени» Зиммель, исследуя особенности исторического пространства-времени, пишет: «Сра-

¹ См.: Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. – М., 1997. – С. 98.

* Более глубокую разработку этой идеи мы находим в трудах нашего соотечественника Л.Н. Гумилева.

жение под Кунерсдорфом, о котором мы захотели бы знать, является по необходимости *растянутым* во временной непрерывности единством. Такова по своей форме картина непрерывной действительности, которая, однако, никогда не может заполниться реальным содержанием. Отдельные ее картины имеют форму «раньше» или «позже», но тем самым они становятся прерывными. Уловленные лишь в абстрактной интуиции отрезки времени не более способны заполнить действительность, чем уже упомянутая бесконечность точек может составить линию, движение которой она должна представлять» (т.е. речь идет о том, что чисто абстрактный уровень описания не способен представить процесс как параметр пространственно-временного континуума).

Очевидно, продолжает Зиммель, что общим принципом будет следующий: когда явление распадается на элементы, а их сумма вновь должна это явление представить, то на определенной ступени уменьшения элементов исчезает индивидуальность явления. Атомистическое мировоззрение, для которого мельчайшие частицы с их движениями составляют единственную реальность, не может ни решить проблемы индивидуальности, ни даже ее поставить. Так улетучивается индивидуальный характер явления, когда оно фиксируется во времени и тем самым становится историческим¹.

Но при этом Зиммель указывает на особенность исторического способа описания в контексте социального пространства-времени, где необходимо существование *порога уменьшения* разложения. Исторический элемент должен оставаться достаточно большим, чтобы его содержание удерживало индивидуальность, через которую возможен был бы выход к «раньше» или «позже» всех остальных.

Историческое познание совершается поэтому в постоянном компромиссе между установлением протяженных единств, непрерывность которых хоть и принимает форму события, но не заполняется единичностью реальных созерцаний, – и самой этой единичностью, которая для науки означает лишь хронологическую точку, а тем самым отрывает идеальную непрерывность от реально происходящего. Данная антиномичная ситуация приводит Зиммеля к постановке вопроса, фундаментального для исторического познания: «Как из происходящего происходит история?». Ответом на этот вопрос является признание возможности разрешения указанной антиномии, «которая разверзлась между переживаемой жизнью и тем ее преобразованием, которое мы называем историей. Их взаимоотношение, видимо, принадлежит теории познания, а не какой-то метафизической преддрешенности в последней инстанции. В конце концов, история также есть проявление и дело жизни, причем той жизни, которой она себя *противопоставляет*: ведь даже восстающее против жизни есть форма жизни. Исторический реализм заключается не в жизненном *содержании*, «которое копируется как оно действительно было» но в том, что неизбежное для истории инобытие по отношению к жизни все-таки происходит по законам самой этой жизни»².

¹ Зиммель Г. Избранное // Философия культуры. – М., 1996. – С. 528. – Т. I

² Там же. С. 528-529.

Из рассуждений Г. Зиммеля следуют важные выводы:

Во-первых, пространственно-временная структура (организация) исторических событий обусловлена ее асимметричным, точнее, диссимметричным характером, задающим стрелу времени и соответственно необратимость исторического процесса как противоречивого единства бытия и инобытия истории, осуществляемого по законам самой жизни.

Во-вторых, отображение исторических процессов имеет свои пределы разложения на элементы, предел сжатия информации, позволяющий сохранить индивидуальность исторического события и вместе с тем оставаться историческим в широком контексте.

В-третьих, должен быть найден тот оптимальный предел сокращения информации (компромисс), позволяющий находить то, что является историческим как «проявлением и делом жизни (по Зиммелю)». В синергетике данное обстоятельство находит свое выражение в поиске «стремлений» эволюционирующей системы (события) к определенной «цели» (движение системы к некоторому финальному или промежуточному состоянию), связываемому с выходом на *аттрактор*. А «организуют» этот выход – *параметры порядка*.

Таким образом, постижение исторического процесса (или его фрагментов) хотя и обращено в прошлое, к инобытию настоящей и будущей истории, все же *исторический уровень описания* становится возможным, через логическую реконструкцию пространственно-временной структуры исторических событий, где «параметры порядка» позволяют произвести необходимое (компромиссное) сокращение исторической информации при сохранении индивидуальности. С другой стороны, лишь на основе реального постижения истории можно осмысливать и соответственно прогнозировать альтернативы дальнейших путей развития, осуществление каждой из которых опять-таки связано с «параметрами порядка», определяющими главный механизм процесса социальной самоорганизации.

Роль параметров порядка в самоорганизующемся историческом процессе

Наличие единого эволюционного процесса мироздания, включающего и *социальные феномены*, признаются многими мыслителями, таковы: идея «Сверхжизни» *Т. де Шардена*¹, концепция «Ноосферы» *В.И. Вернадского*², теория «Универсального эволюционизма» *Н.Н. Моисеева*³ и др. Постигание данного

¹ Тейяр де Шарден. Феномен человека. – М., 1987.

² Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. – М., 1988.

³ Моисеев Н.Н. Человек и Ноосфера. – М., 1990.

процесса связывается так или иначе с созданием единого универсального способа описания. Напротив, *центральной идеей* теории самоорганизации при исследовании сложных эволюционирующих систем является несведение, скажем, физических, биологических, социальных теорий и других областей знаний к единой *схеме*, а четкому определению *различных уровней описания и выяснению условий, позволяющих переходить от одного уровня к другому*.

Таким образом, синергетический подход связан с отказом от одного, пусть и фундаментального способа описания. Каждый уровень описания следует из другого уровня и в свою очередь влечет за собой следующий. Необходимость множества уровней описания, ни один из которых не изолирован от других, поиск условий перехода уровней описания, отсутствие превосходства одного уровня над другими является главным *принципом синергетики*.

Если теперь говорить о социальном уровне, то синергетический подход ориентирует на постижение общества не только со стороны его стремления к устойчивости, стабильности, но и неравновесности, динамичности, способности к альтернативным путям развития.

Само же применение указанного подхода к обществу требует, по справедливому замечанию *В.П.Бранского*, уяснения системы основных понятий и принципов теории самоорганизации и их «ювелирной» взаимосвязи. А это невозможно без овладения методологией точных наук¹. В данном тезисе Бранского тонко подчеркнуты особенности и тенденции постнеклассического этапа развития науки. Если для большинства методологов науки они связаны, прежде всего, с гуманитаризацией естественных и технических наук, то здесь мы видим признание также необходимости «встречного движения», т.е. овладения гуманитариями *методологией точных наук*. Данная тенденция должна привести в длительной исторической перспективе, по мнению *А.П. Назаретяна*, к достижению *технократическо-гуманистической гармонии* как синтезу утилитарной (технократической) и духовной (гуманистической) сторон жизнедеятельности человеческого общества².

Соответствующие шаги в осуществлении целей социально-исторического исследования состоят в ответе на вопрос: как возможно овладение методологией точных наук, точнее, методологией синергетического исследования сложноорганизованных эволюционирующих систем, каковой является и человеческое общество? Для этого и необходимо начинать с осмысления и овладения такими понятиями, как: *открытая система, нестабильность, нелинейность, необратимость, флуктуация, бифуркация, катастрофа, вероят-*

¹ Бранский В.П. Теоретические основания социальной синергетики // Вопросы философии. 2000, № 4. – С. 112-129.

² Назаретян А.П. Агрессия, мораль и кризисы в развитии мировой культуры. Синергетика исторического процесса. – М., 1996.

ность, аттрактор, параметры порядка, когерентность, кооперативность, самоорганизация, организация и т.п., в контексте исторического познания.

Механизмы и общие закономерности самоорганизации эволюционирующих социальных систем определяются, прежде всего, поведением действующих субъектов во взаимодействии с условиями, накладываемыми внешней средой (коллективом, обществом, сообществом). Эволюционирующие социальные системы представляют собой неравновесные состояния, вызванные различием целей, проектов, побудительных мотивов, желаний, стремлений, интересов субъектов деятельности и их групп, опосредованные условиями и возможностями их реализации. Данное обстоятельство приводит к образованию *поля возможностей осуществления*, реализуемая как необратимый, направленный процесс. Предугадать заранее успех (или неудачу) каждого отдельного события, индивидуального осуществления, невозможно из-за большого количества случайных факторов (флуктуаций), сопровождающих социальный процесс. Однако когда речь идет о совместном проекте, основанном на общности цели и интересов субъектов, при оптимальном планировании и соответствующем управлении, прогнозирование достижений результата осуществления становится возможным с достаточно высокой степенью вероятности. Данная ситуация, казалось бы, аналогична тому, что если мы не в состоянии описать хаотичное поведение каждого элемента статистической системы, то мы можем описать статистическую систему с хаотичным поведением. Однако это не так. Синергетика как раз и пытается навести мост через брешь, разделяющую редукционистский подход (сведение сложного к простому, целого к его частям) от холистического (представление сложного, системы как единое целое, игнорируя при этом тот факт, что это целое есть «тонко настроенное» взаимодействие частей). К тому же в синергетике как своего рода «соединительном звене» между этими двумя крайними подходами, рассмотрение происходит на промежуточном, *мезоскопическом уровне*, и макроскопические проявления процессов, происходящих на микроскопическом уровне, возникают вследствие *самоорганизации*, без вмешательства извне.

Синергетическое описание, таким образом, связано с решением проблемы сжатия информации. Вместо большого количества фактов, от которых зависит состояние сложной системы (так называемый компонент вектора состояния), синергетика рассматривает немногочисленные параметры порядка, от которых зависят компоненты вектора состояния системы и которые, в свою очередь, влияют на параметры порядка. В переходе от компонент вектора состояния к немногочисленным параметрам порядка заключен смысл одного из основополагающих принципов синергетики — принципа подчинения (компонент вектора состояния параметрам порядка). В свою очередь, обратная зависимость параметров порядка от компонент вектора состояния приводит к возникновению того, что называется круговой причинностью.

Вот что о параметрах порядка и принципе подчинения пишет их автор Г. Хакен: «Возникновение параметров порядка и их способность подчинять позволяет системе находить свою структуру. При изменении управляющих параметров в широком диапазоне системы могут проходить через иерархию неустойчивостей и сопровождающих их структур»¹.

Роль *параметров порядка* в историческом процессе самоорганизации можно проследить на отечественном историческом материале.

Описывая исторические события в России в конце XVI века как «Смуты» (мы бы сказали кризиса, критического момента в развитии нашей истории) В.О. Ключевский следующим образом характеризует ее причины и последствия: «Смута была вызвана событием случайным – пересечением династии. Вымирание семьи, фамилии, насильственное или естественное, – явление, чуть не ежедневно нами наблюдаемое, но в частной жизни оно мало заметно. Другое дело, когда заканчивается целая династия. У нас в конце XVI в. такое событие повело к борьбе политической и социальной, сначала к политической – за образ правления, потом к социальной – к усобице общественных классов. Столкновение политических идей сопровождалось борьбой экономических состояний. Силами, стоявшими за царями, которые так часто сменялись, и за претендентами, которые боролись за царство, были различные слои московского общества. Каждый класс искал своего царя или ставил своего кандидата на царство; эти цари и кандидаты были только знаменами, под которыми шли друг на друга разные политические стремления, а потом разные классы русского общества. Смута началась аристократическими происками большого боярства, восставшего против неограниченной власти новых царей. Продолжали ее политические стремления столичного гвардейского дворянства, вооружившегося против олигархических замыслов первостатейной знати, во имя офицерской политической свободы. За столичными дворянами поднялось рядовое провинциальное дворянство, пожелавшее быть властителем страны: оно увлекло за собою неслужилые земские классы, поднявшиеся против всякого государственного порядка во имя личных льгот, т.е. во имя анархии. Каждому из этих моментов Смуты сопутствовало вмешательство казацких и польских шаек, донских, днепровских и вислинских отбросов московского и польского государственного общества, обрадовавшихся легкости грабежа в замутившейся стране. В первое время боярство пыталось соединить классы готового распасться общества во имя нового государственного порядка; но этот порядок не отвечал понятиям других классов общества. Тогда возникла попытка предотвратить беду во имя лица, искусственно воскресив только что погибшую династию, которая одна сдерживала вражду и соглашала непримиримые интересы разных классов общества. Самозванство было выходом

¹ Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. – М., 1991. – С. 32.

непримиримых интересов. Когда не удалась, даже повторительно, и эта попытка, тогда, по-видимому, не оставалось никакой политической связи, никакого политического интереса, во имя которого можно было бы предотвратить распад общества. Но общество не распалось: расшатался лишь государственный порядок. Когда надломилась политическая скрепы общественного порядка, *оставались еще крепкие связи национальные и религиозные: они и спасли общество* (выделено нами – В.Ш.). Казацкие и польские отряды, медленно, но постепенно вразумляя разоряемое ими население, заставили, наконец, враждующие классы общества соединиться *не во имя какого-то государственного порядка, а во имя национальной, религиозной и простой гражданской безопасности ...* (выделено нами – В.Ш.)»¹.

Столь подробное цитирование потребовалось нам для того, чтобы продемонстрировать палитру политических и иных сил, участвовавших в «Смуте» и отстаивавших свои собственные интересы, и вместе с тем показать, что же способствовало преодолению смуты в таком «хаосе» событий, который мы и обозначили в качестве параметров порядка?

Нетрудно увидеть, что параметрами порядка, подчинившими себе все «микросоциальные» события и позволившими преодолеть разрушение общества с выходом его на новый уровень развития, явились *национальные и религиозные связи*. Именно во имя *национальной, религиозной и простой гражданской безопасности* «враждующие классы общества соединились» – (само) организовались.

Исходя из изложенного можно сделать следующий вывод: распределение вероятностей наступления определенных, в том числе и критических, социальных событий обусловлено прошлым, предшествовавшей историей. Тогда как само осуществление вероятности, переход к одному из возможных состояний социальной системы определяется параметрами порядка. При этом, наряду с существующими параметрами порядка могут возникать (формироваться) новые.

Но всегда ли в истории развития человеческой цивилизации в ее переломные моменты находились такие параметры порядка, способные вывести общество из кризисных ситуаций? Ответ, конечно же, отрицательный.

Мы знаем множество примеров гибели мировых цивилизаций. И здесь возникает вполне закономерный вопрос: как возможно выявление параметров порядка не *ab hoc*, как в данном случае, когда историческое событие уже завершилось, а в реальных исторически переломных, кризисных ситуациях?

Вероятность наступления тех или иных исторических событий, как уже отмечалось, детерминировано предшествующей историей, тогда как их осуществление, переход на новый уровень развития через кризисные состояния, он-

¹ Ключевский В.О. Курс русской истории: Соч. в девяти томах. – М., 1988. – С. 46-47. – Т. III.

ределяются не только предисторией общества, тенденциями ее самосохранения и выживания, но и теми событиями (микросоциальными флуктуациями), которые происходят в критические моменты истории. Деятельность социальных групп и даже отдельных индивидов может привести к непредсказуемым последствиям в эволюции социальной системы. Данное обстоятельство существенно сужает “горизонт предсказуемости”, в каком именно направлении будет эволюционировать социальная система: к гибели или прогрессу.

«Основной вопрос, который здесь можно поставить, – пишут в данной связи Г.Николис и И.Пригожин, – таков: способна ли при таких условиях эволюция в целом привести к своего рода глобальному оптимизму, или же, напротив, каждая гуманитарная система представляет собой уникальную реализацию некоторого сложного стохастического процесса, для которого никоим образом невозможно установить правила заранее? Иными словами, достаточен ли опыт прошлого для предсказания будущего, или же высокая степень непредсказуемости будущего составляет саму суть человеческих поступков, будь то на уровне изучения индивидуума или на уровне коллективного сотворения истории?»¹. Авторы поставленного вопроса, как и большинство исследователей, придерживающихся нелинейной парадигмы, склоняются ко второй альтернативе.

Отсюда можно сделать нетривиальное заключение: в истории, как, впрочем, и в других областях, исследующих сложноорганизованные самоорганизующиеся системы, учет микросоциальных флуктуаций и выявление параметров порядка является скорее *искусством, чем наукой*. И не случайно автор синергетической концепции самоорганизации Хакен озаглавил одну из глав своей книги: «Сложные системы – вызов искусству исследователя»².

Однако для многих сложных систем *горизонт предсказуемости*, если не столь прозрачен, все же не бесконечен. Он дает характерный временной масштаб, определяющий, на каких отрезках времени будут сказываться изменения начальных условий. Горизонт предсказуемости показывает, насколько быстро будут «забыты» системой последствия наших воздействий, если мы можем изменить состояние последней. По существу, горизонт прогноза характеризует «память» изучаемого объекта. В качестве иллюстрации горизонта предсказуемости, можно привести мнения экспертов, признающих, что для динамической системы, описывающей состояние атмосферы за неделю, принципиально невозможно получить среднесрочный прогноз погоды³.

¹ Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М., 1990. – С. 276.

² Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. – М., 1991.

³ Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. – М., 1997. – С. 86-87.

Данный пример мы привели для того, чтобы подчеркнуть, насколько сложнее будет выглядеть прогноз исторического процесса хотя бы на десятилетия, не говоря уже о большем пространственно-временном отрезке. Хотя для отдельных, скажем, экономических, демографических и т. п. процессов возможны модели, дающие высокую вероятность прогноза.

Вместе с тем, многообразие и иерархическая сложность социальных систем, требует различных подходов к моделированию и прогнозированию происходящих в них взаимообусловленных процессов, что в свою очередь делает весьма затруднительным (если возможным) создание единой универсальной модели исторического процесса в целом.

Альтернативная история

Отмеченная сложность предсказания исторического процесса связана с еще одним, не менее важным для ее осмысления аспектом: для сложных социально-развивающихся систем существует, как правило, не одно, а несколько альтернативных путей развития. Данное положение входит в явное противоречие с классическими представлениями о предопределенности, однозначной детерминированности, естественно-исторической закономерности общественного процесса. В понимании человеческой истории это приводит, с одной стороны, к росту пессимизма в попытках объяснения процессов развития, с другой – к необходимости выбора путей дальнейшего развития.

Однако при множестве путей и целей развития на определенных стадиях эволюции социальной системы – в переломные моменты, в кризисных ситуациях – состояние системы определяется не только ее прошлым, предшествующей историей, но и «будущим» как своеобразным аттрактором. Этот аттрактор характеризуется тем, что социальная система может эволюционировать к новому «порядку» как новой форме (само) организации, лишь при условии, что она способна преодолевать накопившуюся «социальную энтропию» и вести созидательную деятельность – деятельность эктропическую. В противном случае ее ожидает гибель.

«Настоящее совершается на основе исторического прошлого, – указывал К. Ясперс, – воздействие которого мы ощущаем в себе <...>. С другой стороны, свершение настоящего определяется и скрытым в нем будущим, ростки которого мы, принимая или отвергая, считаем своими»¹.

У истоков идеи «альтернативной истории» стоит А. Тойнби. По концепции Тойнби, общая картина исторического процесса выглядит следующим образом: «цивилизация» – «вызов» – «ответ»². В отличие от него, Л.Н. Гумилев рассматривает историю как: «этногенез» – «пассионарность» – «надлом»³. У И.М. Дьяконова: «формация» – «военные технологии» – «дисконформ»⁴. Существуют и другие подходы.

¹ Ясперс К. Смысл и назначение истории. – М., 1991. – С. 28.

² См.: Тойнби А. Дж. Постигание истории. – М., 1991.

³ См.: Гумилев Л.Н. География этноса и исторический период. – Л., 1990.

⁴ См.: Дьяконов И.М. Пути истории. От древнейшего человека до наших дней. – М., 1994.

Будущее, его предвидение и прогнозирование всегда было предметом пристального внимания и вненаучных кругов, в частности оккультизма. Научное же прогнозирование в сфере социально-исторических явлений как особая сфера деятельности сравнительно молодая область, получившая название – *футурологии*.

Рассмотрим как некоторые футурологи и философы осмысливают проблему будущего.

В целом, как отмечается в литературе, для футурологов характерно отрицание объективной реальности будущего, поскольку оно не “вещеподобно” и эмпирически не дано¹. Вот примеры, приводимые А.М.Гендиным, более конкретного выражения подобных взглядов.

1. Будущее – это не конкретная вещь, а абстракция, обремененная эмоциями.

2. Реальность будущего признается лишь в субъективно-психологическом плане как реальность ценностных ориентаций субъекта, его помыслов, надежд, ожиданий, устремлений в грядущее. Социальное будущее выступает при этом только как «мыслительная конструкция» и «реальное переживание».

3. Будущее не существует, оно не представляет в наше распоряжение никаких фактов. Мы не можем поэтому изучать его научными методами.

4. Настоящее не включает в себе будущего точно так же, как наше настоящее никогда не содержалось в прошлом.

5. Отношение между прошлым, настоящим и будущим является хронологическим, а не причинным.

6. Будущее нельзя предвидеть, его можно изобрести.

7. Поскольку будущее не существует объективно, им можно манипулировать для того, чтобы реализовать цели тех, кто разрабатывает стратегические предсказания.

8. В качестве обобщающего вывода можно привести утверждение Э. Триста: фактически не существует такой вещи, как будущее, а есть только будущности (“*futures*”). Какие из них реализуются, зависит от выбора, который мы делаем, а он, в свою очередь, от наших ценностей, а также от нашей активности.

Как видно из этой подборки примеров, западные философы и футурологи смотрят на будущее под тем углом зрения, который можно было бы назвать эмпирико-прагматическим. Будущее как таковое не существует, но его становлением можно управлять, пользуясь законом причинности. Причем в рамках причинности открывается неограниченное число будущностей. Это, практически, то же, что исповедовало и большинство марксистов, определявших статус грядущего по “росткам будущего” в настоящем. Исключение в приведенном

¹ Гендин А.М. Проблема реальности будущего и методологические основания социального предвидения // Мировоззренческие вопросы предвидения и времени. – Саратов, 1986. – С. 17.

списке точек зрения составляет пункт 4, квалифицирующий отношение между прошлым, настоящим и будущим как чисто хронологическое, но не причинное.

Почему же изложенный выше подход к пониманию будущего нельзя признать удовлетворительным? Потому что он, во-первых, строится только на основании принципа близкодействия («ростки будущего») и является вследствие этого неполным, односторонним, во-вторых, в нем нет признания следующего фундаментального факта: неограниченный, казалось бы, спектр будущей укладкивается в достаточно жесткие рамки, определяемые, с одной стороны, антиэнтропийным развитием всякой социальной системы, с другой – ее хаотическим распадом. Таков характер самого времени, в котором все сущее возникает, развивается, а затем падает, приходит к небытию.

Вместе с тем, один из основных принципов синергетики – становление порядка, организации из хаоса через флуктуации приводит нас к важному выводу о том, что в момент реализации одной из возможностей социального события (в точке бифуркации)^{*} внешние воздействия или внутренние малые флуктуации приводят к непредсказуемым последствиям. А это означает неправомочность, а порой и губительность навязывания саморазвивающимся социальным системам пути их развития. В качестве примера можно констатировать трагические последствия Октябрьского переворота, совершенного в России в 1917 году и последующие социально-экономические, национально-культурные, политические «эксперименты», сыгравшие роковую роль в судьбах миллионов людей и целых народов. Следовательно, речь может идти лишь о возможности и необходимости способствования их собственным (естественным) тенденциям развития, выведении системы на эти пути.

Таким образом, альтернативность путей развития приводит нас к необходимости соответствующего понимания и оперирования сложными, самоорганизующимися социальными системами – эффективного ими «управления». Классический подход к процессу управления сложноорганизованными системами был связан с представлением об однозначной предсказуемости результата внешнего управляющего воздействия. При этом считалось, что чем больше усилие (энергия) воздействия, тем эффективнее последствия (отдача). Однако в реальности ситуация чаще всего оказывается иной: значительные усилия могут оказаться тщетными, а порой – негативными. Как известно, кибернетика установила общность механизмов управления в живых, технических и общественных системах, носящих по своей сущности неэнтропийный характер и обуславливающих взаимосвязь отражения и информации как в процессах самоорганизации, так и функциональной организации. В отличие от живых и технических систем, где управление носит объект-объектный или субъект-объектный характер, социальное управление высту-

* Простейшая точка бифуркации соответствует ситуации, когда бывшее устойчивое состояние системы становится неустойчивым и симметрично возникают два других возможных устойчивых состояния.

пает как субъект-субъектное отношение, где объект воздействия – субъект связан с осуществлением определенных целей, интересов, волевых устремлений и т.д., что ведет к не однозначным реакциям на соответствующие формы и методы управления. Следовательно, управление социальными системами, где происходят сложные взаимодействия индивидуальных, групповых и общественных целей и интересов, не может быть формализовано как в технических системах. Управление имеет свои пределы, связанные как с природой самого управления, так и с особенностями процесса управления и его объекта.

Обычно выделяют три основных компонента или слагающих управления: централизованное управление, организационный порядок и самоуправление¹. Первое осуществляется как целевое воздействие на объект через приказ, задание, стимулирование, координацию и т.д. Второе – как система норм и правил поведения в организации, заданных внешне по отношению к субъектам управления. Третье – самоуправление (как самоорганизация), механизм которой строится на основе взаимодействия спонтанных регуляторов, которые являются естественным продуктом функционирования социальных систем². В свете такого представления об управлении возникает закономерный вопрос: можно ли с полным основанием все эти компоненты управления отнести к процессам самоорганизации социальных систем или же речь может идти только о третьей составляющей? Тем более, если придерживаться общепринятого подхода, что самоорганизация не может быть навязана системе извне, а внешние воздействия могут лишь инициировать данный процесс, то вряд ли имеет смысл говорить о централизованном воздействии – управлении самоорганизующимися процессами.

Различие между теорией управления, в частности, кибернетической и концепцией самоорганизации отмечают С.П. Курдюмов с Г.Г. Малинецким. «В отличие от кибернетики, – пишут они, – здесь акцент делается не на процессах управления и обмена информацией, а на процессах построения организации, ее возникновения, развития и усложнения»³. На данное обстоятельство обращает внимание и Г.Хакен. «И кибернетика и синергетика придают первостепенное значение понятию управления, – пишет он, – но при этом преследуют совершенно различные цели. Кибернетика занимается разработкой алгоритмов и методов, позволяющих управлять системой для того, чтобы та функционировала заранее заданным образом. В синергетике мы изменяем управляющие параметры более или менее непредсказуемым образом и изучаем самоорганизацию системы, т.е. различные состояния, в которые она переходит под воздействием «рычагов управления»⁴. Однако говорит ли это о том, что в само-

¹ См: Пригожин А.И. Современная социология организаций. – М., 1995. – С. 68.

² Там же. – С. 74.

³ Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика – теория самоорганизации: идеи, методы, перспективы. – М., 1983. – С. 4.

⁴ Хакен Г. Синергетика, иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах. – М., 1985. – С. 362.

организующихся социальных процессах отсутствует фактор (элемент) управления? «Понятие «управление», свойственное кибернетике, – отмечают авторы учебного пособия по концепции самоорганизации, – переходя в концепции самоорганизации, расщепляется на два понятия. Первое понятие означает управление, запускающее процесс самоорганизации. В этом смысле Пригожин и Хакен пишут об управляющих параметрах системы. Второе понятие можно назвать вырожденным. Это некое подобие кибернетического управления, обеспечивающего процесс самоорганизации. Уже в кибернетике <...> управление нередко отождествляется с самоуправлением, поскольку оно осуществляется структурами и процессами, принадлежащими самой кибернетической системе. В концепциях же самоорганизации это уже не собственно управление, не устройство, конструируемое со специальной целью, а некая подсовокупность процессов, осуществляющих самоорганизацию и по традиции ассоциирующихся с кибернетическим управлением (например, процессов обратной связи). Очень часто такую подсовокупность трудно или даже невозможно выделить, поскольку «управление» («самоуправление») как бы распределено по всей системе»¹. Следовательно, наряду с целевыми процессами организации систем и их управления, существуют и процессы самоорганизации, которые возникают как когерентное поведение субъектов системы, вытекающее из кооперативного согласованного их взаимодействия и соответственно самоуправления. Стало быть, для самоорганизующихся социальных систем «управление», если оно хочет быть эффективным, приводить к желаемым результатам, должно носить *не характер волевого воздействия или метода «проб и ошибок»* (и то, и другое в равной степени ведут к разрушению системы), а осмысленности (неоднозначности и альтернативности путей будущего), в соответствии со знанием собственных, внутренних тенденций развивающихся систем. *Проблема управляемого развития принимает, таким образом, форму проблемы самоуправленияемого развития.*

Понимание общих принципов организации и самоорганизации эволюционного целого имеет также большое значение для выработки правильных оптимальных подходов к построению и соответствующему описанию сложных экономических, социальных, политических и геополитических целостностей; к объединению стран, находящихся на разных уровнях развития (темпомира), в мировое сообщество².

¹ Концепции самоорганизации: становление нового образа научного мышления. – М., 1994. – С. 21.

² Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировидение: диалог с И. Пригожиным. – С. 5.

САМООРГАНИЗАЦИЯ: МНОГООБРАЗИЕ И АЛЬТЕРНАТИВЫ ПУТЕЙ ЭВОЛЮЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Существенно новый круг проблем, с которыми мы сталкиваемся в методологии современной науки при исследовании явлений самоорганизации в эволюционном процессе связаны с многовариантностью и альтернативностью путей развития, «выбора» этого пути и выявлению механизмов реализации этого выбора.

Система, которая находится в равновесном или слабо неравновесном состоянии имеет только одно стационарное состояние, которое зависит от значений управляющих параметров – параметров порядка. Для таких систем переход от одной структуры к другой требует сильных возмущений (воздействий) или существенного изменения граничных условий существования. Равновесность – обратная сторона неравновесности, без которой невозможна как идентификация объекта, так и теоретическое его описание на основе самождественности.

Еще древние мыслители обращали внимание на то, что мир явлений окружающей действительности текуч, неустойчив, эфемерен, и чтобы научиться им управлять и прогнозировать будущее, необходим поиск общего в единичных явлениях, устойчивого в неустойчивом, инвариантного в вариативном. Формой этого общего в естественнонаучном познании выступает закон.

Из истории развития науки и философии мы знаем, что постижение сущности явлений путем выявления (экспликация) сущности как закона было одной из ступеней научного познания и соответствующего способа описания. Но достигнуто это было далеко не сразу. У Платона в качестве существенного за обманчивым миром явлений стоит мир неизменных идей, точнее *эйдосов*. Если у Платона сущность в виде эйдосов «оторвана» от вещей или явлений, которые причастны эйдосам, то для Гегеля сущность наличествует непосредственно в самом явлении. Эта сущность есть то, что оказывается тождественным (мы бы сказали: регулярным, повторяющимся) в ряду явлений, и поскольку она есть нечто такое, что остается равным себе в смене явлений, то и представляет закон явления или явлений¹.

В области естествознания и математики понятие закона интерпретируется не с помощью понятий сущности и явления, а на основе идеи инвариантности. Причем, вместо понятия явления используется понятие события, т.е. такого явления, которое в контексте конкретного исследования полагается элементарным, далее неанализируемым. Подходящим образом для демонстрации эвристического характера идеи инвариантности могут служить ши-

¹ Гегель. Наука логики. Соч. – М., 1937. – С. 597. – Т. V.

роко известные методологические исследования по симметрии и инвариантности *Е. Вигнера* и *Г. Вейля*.

«Физик, — говорит Вигнер, — интересуется законами неживой природы. Но для понимания такого утверждения следует проанализировать понятие «закон природы»». Окружающий нас мир ужасающе сложен, и все-таки мы способны открывать определенные закономерные течения событий и на основе таких закономерностей предсказывать будущее. Первая особенность закономерности или закона — инвариантность. Эта особенность может быть выражена в виде принципа инвариантности, который регулирует возведение в ранг законов эмпирически наблюдаемого регулярного течения событий. Вторая особенность — инвариантность в более широком смысле, которую нельзя сформулировать в виде общего принципа. Здесь идея инвариантности относится к выбору явлений, регулярное чередование которых претендует на закономерный характер. «Выяснение того, — пишет Вигнер, — какие условия влияют на данное явление, а какие — нет, составляет существенную часть любого экспериментального исследования. Выбирать явления, которые зависят от относительно небольшого числа легко реализуемых и воспроизводимых условий, — дело искусства и изобретательности экспериментатора»¹.

Согласно *Е. Вигнеру*, события находятся в таком же отношении к законам, как законы к принципам инвариантности.

Важность такого положения особенно обнаруживается при исследовании развития научного познания. В физической науке, например, можно выделить три структурных *уровня описания*, соответствующие трем классам закономерностей. Уровень событий, законов и принципов инвариантности. Знание всех событий сделало бы ненужными научные законы. Но так как нам неизвестны все события (да и невозможно иметь всю информацию о событиях), необходимо знание законов природы, устанавливающие корреляции между событиями. Знание всех законов в сочетании с начальными условиями означало бы полную информацию о событиях. Однако не все законы природы нам известны. Поэтому очень важно определить, остаются ли неизменными законы, устанавливающие корреляции относительно ориентации наблюдателя и применяемых им средств познания. (Например, ориентация наблюдателя в пространстве, его нахождение в движении или состоянии покоя и т.п.). Выявленные из такого анализа эти и другие им подобные принципы инвариантности позволяют открывать новые законы и в этом смысле являются корреляциями между законами. Если законы управляют событиями, то принципы инвариантности управляют законами. Также, как законы физики вскрывают структуру и взаимосвязь событий, так и принципы сим-

¹ Вигнер *Е.* Непостижимая эффективность математики в естественных науках // УФН, Т. 94, вып. 3, 1968. — С. 538.

метрии выявляют структуру физических теорий и взаимосвязь присущих им законов. Именно эта черта принципов инвариантности (симметрии) выводит их на методологический уровень и позволяет использовать эти принципы при конструировании физических теорий, анализе их структуры, разрешении проблемных ситуаций, возникающих в развитии научного знания¹. Таким образом, инвариантность законов природы по отношению к специфическим изменениям физических условий не является каким-то внешним требованием, накладываемым извне, а является имманентной их содержанию, вытекает из этого содержания.

Однако когда мы вступаем в область синергетических исследований, процесс познания как самой эволюционирующей физической реальности, так и других областей связан не столько с инвариантными величинами (сущностями), сколько со ступенями нарушения одних форм симметрии и инвариантности и установления других, более фундаментальных. Противоречивое единство тождества и различия, устойчивого и изменчивого, стохастического и детерминированного, обратимого и необратимого, инвариантного и вариативного (симметричного и асимметричного) и т.п. лежит в основе как эволюции самой материальной действительности, так и ее процесса познания. Поэтому учет только роли неравновесных состояний в эволюционном процессе приводит к игнорированию стабильности (равновесия) как инварианта по отношению ко времени, так и ее роли в бытии и становлении. Сейчас уже хорошо известно, что стационарные структуры могут служить аттракторами процессов самоорганизации. А для *странных аттракторов* характерно то, что они, возникая в детерминистических системах, не подверженных случайным воздействиям, приводят к появлению диссипативных структур, переводящих состояние системы в квазиравновесное. «Фазовый портрет странного аттрактора – это не точка и не предельный цикл, как это имело место для устойчивых, равновесных систем – лишут Е.Н. Князева и С.П. Курдюмов, – а некоторая область, по которой происходят случайные блуждания»², как наличие неустойчивых структур в относительно (в определенных пределах) устойчивой системе. Примерами такого рода могут служить смена знаков магнитных поясов Земли, колебания численности популяций в экосистеме, социально-экономические реформы в обществе. Сама же последовательность в эволюционном процессе протекает как переход от неравновесного состояния к равновесному, а через него опять к неравновесному. Следовательно, если в фазе неустойчивости основную роль играют флуктуации или элементы случайности внутреннего и внешнего характера, то в устойчивой фазе домини-

¹ Визгин В.П. Принцип симметрии // Методологические принципы физики. - М., 1975. - С. 272-273.

² Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировидение: диалог с И. Пригожиным // Вопросы философии, 1992. - № 12. - С. 14.

нируют детерминистические аспекты, то, что мы выразили как единство и взаимосвязь инвариантного и вариантного. Инвариантно-групповой подход, к исследованию эволюционирующих процессов дает объективные основания для модельного представления мироздания как системы иерархических уровней – *темпомиров*, взаимозависимых, взаимопроникающих друг в друга или же относительно независимых, «параллельных».

Таким образом, роль равновесия, устойчивости и стабильности никак не преуменьшается при синергетическом подходе. Взаимодействие и взаимосвязь хаоса и порядка, равновесного и неравновесного, устойчивого и изменчивого, линейного и нелинейного и т.п. в процессах самоорганизации должна стать предметом специального исследования.

Соответствующие подходы в методологии современной, постнеклассической науки к таким противоречиво-взаимодополнительным аспектам в самоорганизующихся процессах можно проиллюстрировать на основе так называемых парадигм: «лука и капусты». Эти парадигмы в форме метафор «лука» и «капусты» наглядно демонстрируют отличие неклассического этапа (модерн) развития научного познания от современного (постмодерн), к которому принадлежит и синергетика. И хотя авторы этих парадигм-метафор *П. Вайль* и *А. Генис* прямо не говорят о синергетике (парадигме «хаоса и порядка»), они точно характеризуют отличие познавательных образов культуры модерна и постмодерна¹.

Отличие лука от капусты как образа познавательной стратегии заключается в том, что у капусты есть твердое ядро – кочерьякка, до которой можно добраться последовательно «раздевая» – лист за листом – кочан капусты, ассоциируя это «раздевание» с процессом познания истины, которая предстает в образе некоей твердой субстанции (во всяком случае для восточноевропейской капусты). Таким образом, капуста – парадигмальный образ процесса познания в его многоэтапности и целенаправленности: необходимо добраться до сути вещей, т.е. до твердой кочерьякки. Это и есть образ познания науки Нового времени, науки эпохи модерна, простирающейся от времени Коперника-Галилея и до Бора-Гаизенберга-Фейнмана-Дирака.

В парадигме лука мы движемся познавательным инстинктом. Производим операцию «раздевания», чтобы добраться до чего-то, но до сути вещей мы уже не добираемся: здесь нет твердого ядра, нет выделенной ориентации, куда, зачем и почему мы движемся в наших познавательных усилиях. Парадигма лука – это парадигма научного познания времени становления постмодерна. И хотя синергетику многие современные методологи не относят всецело к постмодерну, они отмечают, что ей несвойственны жесткие различия и противопоставления внешнего-внутреннего, объективного-субъективного, обнаруженного-сделанного, реального-кажущегося, естественного-искусственного и т.п.² Программная установка синергетики заключается в поиске или конструировании общих прин-

¹ См.: Аршинов В.И. Когнитивные стратегии синергетики // *Онтология и эпистемология синергетики*. – М., 1997. – С. 12-25.

² Там же. С. 13.

ципов поведения, *открытых, нелинейных, далеких от равновесия систем*, к которым принадлежат и социальные системы.

Поведение таких систем связано с возможностями их эволюции в процессе самоорганизации. Но эволюция не носит строго направленного, детерминированного характера, ибо *нелинейность* процессов в неравновесных и открытых системах приводит к неоднозначности (альтернативности) и неопределенности конечного результата процесса самоорганизации. Возникновение альтернативных путей дальнейшего развития системы говорит о наличии у нее «поля» возможностей эволюции. Рассмотрим, какие условия и факторы структурируют данное поле возможностей:

Во-первых, на состояние системы оказывает влияние ее предыстория. Если раньше история учитывалась при изучении и интерпретации биологических и социальных явлений, то из синергетических исследований стало очевидным роль предыстории как в относительно простых химических, так и биохимических процессах добиологической эволюции. Поэтому можно утверждать, что конечное состояние системы находится (хотя и в опосредованной) в зависимости от ее предыстории.

Во-вторых, флуктуации – приводящие к диссимметрии состояния и структуры системы. Здесь уместно будет вспомнить слова П. Кюри о том, что необходимо, чтобы некоторые элементы симметрии отсутствовали, ибо это и есть та диссимметрия, которая создает явление¹. (Примером флуктуации, приводящей к диссимметрии может служить – спонтанное нарушение симметрии физического вакуума).

В-третьих, на систему влияют внешние воздействия. Если система находится в равновесном состоянии, то малые внешние воздействия практически не оказывают на нее влияние. Все зависит от порога чувствительности системы. Ниже порога – воздействия нивелируются, «стираются», «забываются», выше – многократно усиливаются. В неравновесных состояниях малые возмущения могут привести к значительному изменению состояния системы. Недавно открытые факты свидетельствуют о возможности обретения новых свойств в сильно неравновесных системах за счет малых внешних воздействий. Так, к примеру, «восприимчивость» таких систем к *внешним полям*, скажем, гравитационному полю, может привести к таким флуктуациям в системе, которые ведут к возможности отбора определенных конфигураций системы. Вспомним ячейки Бенара. Как указывают Пригожин и Стенгерс, с точки зрения механики неустойчивость ячейки Бенара обусловлена повышением центра тяжести вследствие теплового расширения. Иначе говоря, в эффекте Бенара гравитация играет существенную роль и приводит к новой структуре, несмотря на то, что толщина самой ячейки Бенара может достигать лишь нескольких миллиметров. Действие гравитации на столь тонкий слой жидкости было бы пренебрежительно малым в равновесной ситуации, но в неравновесной ситуации, вызванной градиентом температур, приводит даже в таком тонком слое к наблюдаемым макроскопическим эффектам. Неравновесность усиливает действие гравитации². С большей долей уверенности можно утверждать,

¹ Кюри П.О. О симметрии в физических явлениях // Избранные труды. - М.-Л., 1966. - С. 101.

² Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. - М., 1986. - С. 220–221.

что если термодинамические системы в неравновесном состоянии оказываются столь чувствительными к внешним полям, то это относится как к простейшим организмам (например, бактерии способны реагировать на электрические и магнитные поля), так и к развитым формам биологической эволюции, включая и человека (так называемые дни особого риска при повышении солнечной активности и другие подобные внешние причины). Вместе с тем, любая организменная система, будь то клетка, организм, отдельные особи, популяции, постоянно взаимодействуют с окружающей средой и получают из нее все необходимое для поддержания своей жизнедеятельности – влагу, свет, питательные вещества и т.п. А они, в свою очередь, представляют непрерывно флуктуирующую внешнюю среду для живых организмов. При качественном изменении среды, скажем, физических взаимодействий, химических реакций, экологической или социальной, она может способствовать появлению новых возможностей и соответственно путей эволюции. Таким образом, чувствительность неравновесных состояний систем самой различной природы не только к флуктуациям, обусловленным их внутренней активностью, но и к флуктуациям окружающей среды открывает перед биологическими и социальными исследованиями новые перспективы, а для области синергетических исследований – новое осмысление причин, влияющих на возможности эволюции в самоорганизующемся процессе.

В-четвертых, состояние эволюционирующей системы также определяется типами взаимосвязей с окружающей средой – *отрицательными или положительными обратными связями*.

Вернемся к теории предбиологической эволюции М. Эйгена. Ее важным элементом был отбор, связанный с ценностью информации. Не менее существенным в этом отборе является возникающая обратная связь между макроскопическими (макромолекулами) и микроскопическими (составляющие их элементы) структурами, без чего невозможно устойчивое, стабильное состояние макроструктуры. Но учитывая ту важную роль, которую они играют на фундаментальном и макроскопическом уровне эволюции, *обратные связи* становятся необходимым объектом изучения как *наиболее общего принципа – механизма самоорганизации*, а для биологических и общественных систем – решающим фактором развития. По выполняемым функциям обратные связи могут быть как отрицательными, так и положительными.

Действие механизмов отрицательной обратной связи определяет *изменение состояния системы* как реакцию на внешние воздействия. Отрицательные обратные связи позволяют компенсировать воздействия внешней среды, сохранить стабильность и целостность организации всей системы. Положительные же обратные связи чаще всего связывались лишь с негативными тенденциями: с расшатыванием устойчивости системы, дезорганизацией до полного распада, сложноорганизованных структур, пока синергетические исследования не раскрыли их подлинную роль.

Как уже указывалось, отрицательные обратные связи дают стабилизирующий эффект, возвращают систему в равновесное, устойчивое состояние. Однако до своего предела, доведенная до своего предела, приводит к прекращению любой возможности дальнейшего развития. Предельная устойчивость препятствует действию принципа изменчивости, что ведет к тупиковым формам эволюции. В биологии механизмы отрицательной обратной связи обеспечивают живой системе стремление сохранить стабильность своей организации, или как говорят биологи, сохранить свой *гомеостазис*. И все же, стремление к гомеостазису с необходимостью должно компенсироваться механизмами, обеспечивающими рост многообразия (как действие закона дивергенции), обуславливающий эволюционный процесс. Такими механизмами как раз и выступают механизмы положительной обратной связи. Эти механизмы были изучены И. Пригожиным и его сотрудниками при исследовании автокаталитических процессов самой различной природы. Механизмы эти связаны с особыми молекулярными структурами, способными переходить циклично из одного состояния в другое или в новые состояния за счет усиления (или ослабления) влияния слабых возмущений. «Например, присутствие продукта может увеличивать скорость его собственного производства. По существу, это кажущееся экзотическое явление довольно обычно в любом процессе горения благодаря присутствию свободных радикалов – чрезвычайно активных молекул с неспаренным электроном, которые, реагируя с другими молекулами, приводят к дальнейшему увеличению количества свободных радикалов и тем самым к самоускоряющемуся процессу»¹. Процессы типа автокатализа – присущи биологическим, экономическим и социальным системам. К примеру, рост производства материальных благ приводит к повышению уровня благосостояния людей. Повышение благосостояния стимулирует спрос и ведет к росту производства. Таким образом, *нелинейная положительная обратная связь может обеспечивать самостимулирующий рост, интенсификацию процесса развития.*

В-пятых, процессы в неравновесной системе с режимом обострения. Данному аспекту формирования поля возможностей эволюционного процесса значительное внимание уделяют сотрудники Института прикладной математики им. М. В. Келдыша и Института математического моделирования РАН при МГУ.

Режимы с обострением – это сверхбыстро нарастающие процессы в открытых нелинейных средах, при которых основные характеристические параметры системы неограниченно возрастают за конечный промежуток времени. Механизмы, лежащие в основе таких процессов, представляют собой широкий класс нелинейных положительных обратных связей. «Первый и наиболее парадоксальный результат решения модельных задач на обостре-

¹ Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990. – С. 23-24.

ние, – пишут Князева и Курдюмов, – то, что режимы с обострением могут приводить (при определенных условиях) к локализации, к образованию нестационарных, диссипативных структур. Структура, локализуемая на быстрых процессах, – это, действительно, удивительно. Локализация, оказывается, возможна на нелинейных источниках, без стоков, тогда как основное внимание направлено до сих пор на образование стационарных структур на стоках. Рассматривая нелинейную положительную обратную связь, видим, что она уже содержит в себе внутренние механизмы переключения режимов – механизмы самоорганизации, образования структур»¹.

Исследования процессов с режимом обострения наиболее выпукло продемонстрировали роль механизмов нелинейной положительной обратной связи как имеющих, в своей сути, двойственную природу. Нелинейные положительные обратные связи, усиливая малые флуктуации в сложнорганизованных системах в режиме обострения, ведут, с одной стороны, к состоянию неустойчивости, распаду структуры, к хаотическому состоянию. Но именно неустойчивость, хаотическое состояние выступает конструктивным, созидающим началом, выводящим систему на структуры-аттракторы эволюции. С другой – эти же обратные связи подстегивают, самостимулируют, ускоряют темпы самоорганизации – развития системы. По мнению авторов, такой подход позволяет по новому осмыслить и нетрадиционным способом решать большой класс «задач на обострение». К ним можно отнести явления: в физике – коллапса (быстрого сжатия вещества), в метеорологии – катастрофические процессы в атмосфере Земли, в эпидемиологии – вспышки инфекционных заболеваний, в экологии – катастрофический рост (или вымирание) популяций, в экономике – феномены бурного экономического роста, в обществе – социальные революции и т.д. Характерной чертой всех этих процессов является наличие механизмов положительной обратной связи, приводящее к режимам с обострением.

Как мы видим, положительные обратные связи, действующие в процессах с режимом обострения, выполняют двойственную функцию разрушения и созидания и обеспечивают механизмы переключения с одного процесса на другой.

В-шестых, на возможности эволюции системы влияют наличие в ней структур с различными темпами развития. Уже различие в начальных условиях эволюционирующей системы ведет к тому, что она может оказаться в областях притяжения различных режимов – структур-аттракторов, что соответствует включению различных типов эволюции и, соответственно, различных вариантов истории. Разные стадии развития процессов в такой среде, переструктурируя систему, могут привести или к ее усложнению или деградации.

¹ Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировидение // Вопросы философии. – 1992. – №12. – С. 12.

Процессы подобного рода являлись предметом исследования в теории «самовоспроизводящихся автоматов» Дж. фон Неймана. Не вдаваясь в подробности данной теории, обратимся к основному вопросу, который ставит автор, в контексте рассматриваемого нами явления. Как добиться того, спрашивает фон Нейман, чтобы теория самовоспроизводящихся автоматов могла сформировать на своем собственном языке тот критерий, который бы позволил оценить тот уровень организации (организованности), на котором возможны явления самовоспроизведения и самоуправления (в нашем случае самоорганизации) систем без последующей деградации? Ответ на вопрос заключается в признании того, что свойство достаточно высокоорганизованного, в рамках искомого критерия, автомата, состоит в том, что он может работать внутри одного логического типа¹. В нашем примере это соответствует тому, что повышение сложности системы, ее самоорганизация протекает в едином «темпомире».

Таким образом, самоорганизация, связанная с усложнением, означает установление когерентных связей и корреляций между частями (структурами) такой системы – согласование частей в целое. Такая согласованность позволяет перейти к установлению общего темпа развития частей в составе целого. Целое как новая система связано с возникновением новых свойств, не выводимых из свойств, объединяемых им структур. «Проблема сборки, то есть определение свойств системы на основе информации о свойствах ее элементов, – пишет по этому поводу Н. Моисеев, – не только труднейшая, но она только начинает осознаваться как одна из самых актуальных и самых универсальных проблем современной науки», – и далее, механизмы сборки, определяющие процессы становления этих систем, их возникновение как синтез, объединение более просто организованных систем, элементов, возникновение новых свойств, нового качества, являются стержнем всего мирового процесса развития². Важность данного аспекта синергетики особенно ощутима при исследовании сосуществования структур разного возраста (разной истории) в одном темпомире. К примеру, социальные системы, находящиеся на разных уровнях развития в мировом сообществе.

В-седьмых, причиной формирования новых возможностей для развития неравновесных систем является «блуждание по полю путей развития». Такой подход для определенного класса открытых нелинейных сред был предложен Е. Н. Князевой и С. П. Курдюмовым в указанной нами работе³. Основная идея данного подхода состоит в том, что поле путей развития связано не только со случайностями, но и особого рода детерминизмом. «Нелинейная система, – пишут они, – не жестко следует «предписанным» ей путями, а совершает блу-

¹ Фон Нейман Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов. – М., 1971. – С. 71.

² Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М., 1990. – С. 54,57.

³ Князева Е.Н. Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировоззрение // Вопросы философии. – 1992. – №12.

ждения по полю возможного, актуализирует, выводит на поверхность (всякий раз случайно) лишь один из этих путей. То есть в реальной картине бытия присутствует и момент противоположный детерминизму – случайность, неустойчивость. С нашей точки зрения, неустойчивость не заменяет и не отменяет детерминизм, а дополняет и, быть может, видоизменяет его¹.

Здесь выражена отличная от школы Пригожина позиция о соотношении случайности и необходимости (детерминизма), а также роли случайности, малых флуктуаций как механизмов, «запускающих» неустойчивость системы. Мы же, продолжая их, говорим о неустойчивости иного рода. Пожалуй, мир неустойчив скорее не потому, что в момент бифуркации открываются разные пути развития. Вблизи бифуркаций случайность, действительно играет решающую роль, но это – только одна сторона неустойчивости (чувствительности процессов к малым флуктуациям). Под неустойчивостью мы понимаем главным образом режимы сверхбыстрого нарастания, развития процессов с нелинейной положительной обратной связью. Неустойчивость – это вероятностный характер распада сложноорганизованных структур вблизи момента обострения. Следовательно, не любая случайность значительна и имеет одинаковые последствия, приводящие к неустойчивости и соответственно самоорганизации, а это ведет к необходимости ожидания моментов бифуркации для определения места случайности в общей картине эволюционного процесса. Стало быть, несмотря на решающую роль случайностей, малых флуктуаций на микроскопическом уровне, приводящие систему в состояние неустойчивости и обеспечивающие процессы самоорганизации, механизмы и структура их действия оказываются различными для систем различной природы и состояния.

И, наконец, в-восьмых, как это не парадоксально, возможности эволюции системы определяются не только ее предьсторией, прошлым, но и «будущим», «*грядущим порядком*», что получило название – «детерминация будущим». Идея детерминации будущим впервые была выдвинута в области телеологии и постулирована в качестве принципа «конечных причин» (*causa finalis*). Согласно данному принципу, идеальные цели, предопределяя конечный результат, оказывают объективное воздействие на ход самого процесса. Не вдаваясь в подробности различных концепций телеологии, отметим, что признавая за ней (телеологией) лишь религиозно-идеалистическое содержание, она подверглась резкой критике как со стороны философии материализма, так и естественнонаучных теорий эволюции. Однако попытки воспринять рациональное содержание телеологического принципа «конечных целей» были предприняты в теориях «телеономии», «квазителеологии» и др., где обосновывалось наличие у сложноорганизованных систем преддетерминированности направления и результата эволюционного процесса.

¹ Там же. С. 18.

В философии науки и в теориях, основным предметом которых выступают эволюционирующие системы, до синергетических исследований будущее, чаще всего, трактовалось как результат реализации потенциальных возможностей, определяемых ее предсторией, или как некоторые идеальные цели – суть человеческих стремлений (в практической или познавательной деятельности). Сегодня такие чисто человеческие устремления могут быть представлены как реальные нелинейные свойства систем. Поэтому такие кажущиеся, на первый взгляд, парадоксальными выводы о том, что будущее «временит» и организует настоящее, будущее наличествует в определенных участках структур самоорганизующейся системы, представляются вполне естественными. «Если система (среда), – пишут по этому поводу, Князева и Курдюмов, – попадает в поле притяжения определенного аттрактора, то она неизбежно эволюционирует к этому относительно устойчивому состоянию (структуре). С определенного класса начальных возмущений системы (среды) имеет место выход на эту структуру.

Парадоксально, но будущее состояние системы (среды) как бы притягивает, организует, формирует, изменяет наличное ее состояние. Будущее «временит» настоящее¹».

Естественно, мы далеки от той мысли, что этими причинами (механизмами) ограничивается поле возможностей развития эволюционирующих систем – многовариантность эволюционного процесса, и изложили наиболее важные, с нашей точки зрения, механизмы. Не менее значимыми для различных систем являются резонансные воздействия, раскрывающие потенциальные возможности и выводящие систему на определенные пути развития, самодостраивание нелинейно эволюционирующих структур как образование системной организации, обретающей новые функциональные свойства целого, не заложенного в его составляющих частях и т.д. Но главное, что в *целом* определяет возможности и способы осуществления самоорганизации в эволюционном процессе – это противоречивое единство двух противоположных начал (сил, тенденций): спонтанно – организующие, создающие новые структуры и рассеивающие неоднородности структуры в неравновесной среде. Первое – конструктивный хаос, создающий неоднородности в сплошной среде, обеспечивающий возникновение структур как работа созидающего источника. Второе – диссипация, рассеивание, «размывание» структуры неоднородностей среды – работу источника, приводящее к хаосу как разрушительной силе. Таким образом, хаос и конструктивен и деструктивен. Однако в синергетическом аспекте соотношение хаоса и порядка в процессе реализации одной из альтернатив самоорганизации характеризуется не просто их заменой друг другом, а, напротив, своеобразным «синтезом» хаоса и порядка в стремлении открытой и неравновесной системы к новому устойчивому состоянию.

¹ Князева Е.Н. Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировоззрение // Вопросы философии. – 1992. – №12. – С. 7.

АЛЬТЕРНАТИВЫ ПУТЕЙ ЭВОЛЮЦИИ И ПРИНЦИПЫ ОТБОРА

Формирование поля возможностей эволюции сложных систем связано с необходимостью «выбора» дальнейшего пути развития. Выбор (отбор) в самом общем виде можно представить на основе информационного подхода как возможность декодирования, интерпретации и передачи информации закодированной (скрытой возможности) в нелинейной, неравновесной динамике системы. Отбор позволяет декодировать информацию и тем самым допускает переход сложного с одного уровня на другой¹. Конкретизацией данного принципа может служить естественный отбор Ч. Дарвина; концепция селективной ценности информации М. Эйгена; групповой отбор в популяциях, в синтетической теории эволюции Ф. Добржанского, Дж. Гексли, Э. Майра и др.

В период классического этапа развития науки считалось, что будущее состояние системы строго детерминировано и определяется однозначно начальными условиями и динамическими законами движения. При этом законы движения не зависят от детерминированных начальных условий. Иная ситуация для неустойчивых, нелинейных систем. Здесь невозможно задать начальные условия, которые однозначно приводили бы к одинаковому состоянию (будущему) из всех возможных, для всех степеней свободы. Начальные условия и законы изменения перестают быть независимыми друг от друга.

Невозможность однозначного предвидения *будущего*, в частности будущего состояния определенной системы, коренится не в ограниченности познавательных средств и возможностей исследователя, а в самой природе неустойчивых, нелинейно протекающих процессов. Однако, сохраняя свою особенность – непредсказуемость конечного результата, механизмы отбора претерпевают изменения по мере усложнения организации систем. Они становятся менее жесткими и более пластичными. Законы сохранения фундаментального уровня как принципы отбора обеспечивают сохранение количества движения, энергии и т.п. Правила суперотбора – сохранение собственных значений физических величин (четности, электрического заряда, спина (точнее свойство унивалентности), барионного и лептонного зарядов и т.п.) и не могут быть нарушены в области их действия. Естественный отбор дарвиновского типа уже не носит характера полной детерминированности в силу наличия внешних случайных и неопределенных воздействий на эволюционирующие виды. Сохранение гомеостаза в процессе отбора выступает скорее как тенденция, стремление живых организмов по отношению к внешней среде. Еще менее однозначны возможности отбора на социальном уровне, где изменения состояния системы связаны с субъективными целями, подсознательными установками, интересами и ценностными ориентациями, выступающие причинами неоднозначности и многообразия путей развития.

¹ Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990. – С. 169.

Таким образом, чем сложнее организована система, тем больше возможностей будущих состояний, в одно из которых она перейдет при отборе. Вопрос – от чего будет зависеть, в какое из возможных состояний перейдет система, является *центральным вопросом* синергетического подхода.

Результаты синергетических исследований показывают, что протекание процесса самоорганизации на первоначальной или промежуточной стадии оказывается полной противоположностью его в критической фазе. Особенности критической фазы самоорганизации мы рассмотрим более подробно в последующем изложении. Обратимся к механизмам отбора на различных уровнях сложности универсума с целью выявления в них соотношения общего и особенного, что является одним из необходимых условий перехода с одного уровня синергетического описания на другой. Многообразие механизмов *отбора* на различных уровнях процесса самоорганизации можно предварительно выразить в следующих основных принципах: сохранения, второго начала термодинамики, минимума диссипации энергии, естественного отбора в живой природе и целенаправленного отбора в обществе.

Механизмы отбора на микроскопическом уровне физической реальности обычно связываются с обратимыми процессами и их детерминированностью (в форме вероятностей). До известной степени это верно. Законы сохранения и правила суперотбора являются тому подтверждением. Однако описание микроскопического уровня средствами квантовой механики и физики элементарных частиц, говорит не только о наличии обратимых процессов, а скорее о противоречивом единстве обратимости и необратимости. В связи с этим вряд ли можно признать справедливым утверждение Пригожина относительно того, что «необратимость начинается там, где заканчивается классическая и квантовая механика», и добавляет, что «это отнюдь не означает, будто классическая и квантовая механика неверны – они скорее соответствуют идеализациям, выходящим за рамки концептуальных возможностей наблюдения. Траектории и волновые функции обладают физическим смыслом только в том случае, если они соответствуют наблюдаемым, а такая возможность исчезает, когда необратимость становится частью физической картины»¹.

Отсюда делается вывод, что и всякая наблюдаемая необратимость физических процессов возникает лишь на макроскопическом уровне, в то время как «элементарный» уровень может быть описан законами, обратимыми во времени. На сколько это соответствует реальному положению дел имеет принципиальное значение для уяснения процессов самоорганизации на фундаментальных микроструктурных уровнях и их отражение средствами физических теорий.

Сейчас уже хорошо известно, что любой процесс квантово-механического измерения носит принципиально необратимый характер, а его

¹ Пригожин И. От существующего к возникающему. – М., 1985. – С. 17-18.

описание выражено в понятии «редукции волновой функции» (точнее, «редукции волнового пакета»). Осмысление данного феномена явилось серьезной проблемой в становлении и развитии квантовой механики.

В классической физике показателем необратимости на уровне макроскопических процессов является возрастание энтропии, в соответствии со вторым законом термодинамики. Термодинамический аспект наблюдения в квантовой теории стал центральным вопросом и для классика современной физики *Нильса Бора*.

В письме к *В. Паули* он отмечал: «Та идея, что всякое наблюдение должно необходимо включать возрастание энтропии, обсуждалось весьма много, и я помню, что уже в дискуссиях со *Штерном* и мной в Гамбурге, когда ты помог мне с “доказательством” старой статьи по дополнительности, я подчеркивал принципиальную необратимость понятия наблюдения. Более определенно, всякое наблюдение должно использовать некоторое регистрирующее приспособление, будь то фотографическая пластинка или непосредственно сетина глаза, которые влекут процессы усиления, т.е. приспособление, при котором расходуется свободная энергия»¹.

По прошествии некоторого времени Бор уточняет: «Что касается проблемы возрастания энтропии, связанной с наблюдениями, я в последние дни снова обдумывал эту ситуацию и также оживил свои воспоминания о ранее состоявшихся дискуссиях на эту тему. Тогда вставал вопрос о бальцмановских идеях относительно направления времени, и моя точка зрения состояла в том, что само понятие наблюдения в принципе влечет необратимость. В последующие годы эта проблема выступила на передний край в связи с вопросом непротиворечивой интерпретации квантовомеханического формализма, а в порядке продолжения наших дискуссий в Варшаве я во время войны вел разговор с *фон Нейманом*..., который все еще чувствовал некоторое беспокойство относительно очевидной произвольности в различии между объектами и измерительными приборами...»². В ответе Паули на письма Бора звучат такие слова: «Самый сложный пункт твоего письма есть проблема связи между возрастанием энтропии с каждым наблюдением и парадоксами проблемы наблюдения в квантовой механике»³. Размышление над данной ситуацией привело Н. Бора, в конце концов, к фундаментальному выводу: «Проблемы наблюдения в термодинамике и квантовой механике относятся к совершенно разным физическим проблемам»⁴.

Как известно, в классической механике проблема наблюдения не ставится, потому что мы можем пренебречь взаимодействием между объектом и

¹ Bohr N. Collected Work.: Amsterdam. ets, vol. 5, 1984. – S. 449.

² Там же. – S. 452.

³ Там же. – S. 455.

⁴ Там же. – S. 469.

измерительным прибором в акте наблюдения. Тогда как, в квантовой механике при описании эксперимента посредством термодинамики мы должны учитывать измерительные приборы в совокупной термодинамической системе.

Таким образом, речь идет о том, что в квантовой механике фактор необратимости и соответствующее ему возрастание энтропии при квантовомеханических измерениях не выводится из второго закона термодинамики и не сводится к любой его интерпретации (статистической или тепловой), и в то же время фактор необратимости не противоречит этому закону. В более заостренной форме данное обстоятельство выражено отечественным методологом *Л.Г. Антипенко*: «Квантовая механика имеет дело с отображением необратимых процессов, имеющих место при актуальном измерении, процессов, механизм которых пока что мало доступен нашему пониманию»¹.

Может создаться впечатление, что необратимость на микроскопическом уровне связана лишь с процессом измерения (наблюдения) в соответствующей макрообстановке, что было выражено принципом относительности к средствам наблюдения *В.А. Фоком*. Чтобы преодолеть это ограниченное представление, характерное и для Пригожина, *Б.Я. Пахомовым* был предложен обобщающий принцип, который получил название «принципа относительности к виду взаимодействия». «По нашему мнению, – писал Пахомов, – квантовым объектам, реально, независимо от их наблюдения, присущи два способа существования и два способа изменения (способа взаимодействия). В первом способе существования внешние физические воздействия или внутренние процессы изменяют лишь потенциальные возможности, объективно присущие квантовому объекту. При этом и сам квантовый объект реально существует как бы в форме носителя потенциальных возможностей. Такой способ существования и способ изменения (взаимодействия) непосредственно не наблюдаем, не регистрируется приборами, но познаваем. Именно он отражен в формальном аппарате квантовой механики в виде волновой функции, изменяющейся по уравнению Шредингера. При осуществлении квантовых переходов (в форме квантовых событий), квантовый объект проявляет другой способ существования (и взаимодействия). Изменение объекта в этом случае не описывается уравнением Шредингера, однако с помощью волновой функции могут быть определены вероятности тех или иных скачкообразных переходов событий. Эти переходы регистрируются приборами и вообще независимы от наблюдений познающего субъекта, оставляют следы в виде изменений микро – или макромасштаба (так, обследование под микроскопом некоторых природных материалов позволяет обнаружить следы пролетевших когда-то сквозь них частиц высоких энергий, в том числе и во времена до человека)², но

¹ Антипенко Л.Г. Принцип дополнительности и квантово-теоретический объект // Принцип дополнительности и материалистическая диалектика. – М., 1976. – С. 185.

² Пахомов Б.Я. Становление современной физической картины мира. М., 1985. С. 194–195.

сящих необратимый характер, добавили бы мы. Таким образом, основное содержание принципа относительности к виду взаимодействия состоит в том, что определенные характеристики квантового объекта проявляются только при фактическом осуществлении в объективной действительности определенного события (квантового перехода) в соответствующем взаимодействии. Осуществление таких событий необходимо, конечно, для наблюдения, но они происходят и независимо от наблюдения, в естественной обстановке¹.

Из сказанного следует важный для синергетического исследования микроскопического уровня физической реальности гносеологический вывод. Между реальным наблюдением микрообъекта в естественных условиях существования и поведением микрообъекта в приборной макроскопической ситуации принципиальных различий не существует. Они подчиняются одним и тем же фундаментальным закономерностям. Если необратимость присуща взаимодействию микрообъекта с прибором, то в той же мере она проявляется во взаимодействии микрообъектов между собой. Следовательно, мы должны внести определенные коррективы в наши представления о тех механизмах отбора, которые действуют в микроскопическом масштабе, хотя действительно уравнение Шредингера в квантовой механике, описывает обратимую, детерминистическую эволюцию². Вот как комментирует данное положение в макромире Г. Хакен: «Решающее значение имеет так и не получивший обратительного ответа вопрос о том, почему макроскопические явления необратимы, хотя все фундаментальные законы обратимы»², что с полным основанием можно отнести и к микромиру. Возникает, на первый взгляд, парадоксальная ситуация: события в микромире носят необратимый характер, а их описание – обратимый. Однако если учитывать, что квантовая механика описывает не индивидуальное поведение микрообъекта, где имеет место необратимость, а поведение ансамбля микрообъектов, то становится очевидным, что если мы не можем воспроизвести и описать индивидуальные, хаотические движения микрообъектов, то мы знаем, как воспроизвести и описать систему таких движений. С одной стороны, такова природа микромира, а с другой – возможности нашего описания микромира.

Столь подробное изложение особенностей микроскопических процессов и их описания связано с выяснением: во-первых, характера необратимости этого уровня, без чего невозможно осмысление явлений самоорганизации в макромире; во-вторых, тех механизмов отбора, которые действуют на мик-

¹ Bohr N. Collected Work.: Amsterdam. ets, vol. 5, 1984. – S. 206.

² Квантово-механический детерминизм не имеет ничего общего с лапласовским детерминизмом. Здесь детерминизм выступает в форме вероятности наступления определенных событий, в связи с чем квантовая механика получила статистическую интерпретацию.

² Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М., 1991. – С. 31.

роскопическом уровне, кроме известных принципов сохранения; в-третьих, условий перехода с микроскопического уровня описания на макроскопический; и, наконец, в-четвертых, той роли, которую играют классическая и квантовая механика в синергетическом описании «от существующего к возникающему». Что касается необратимости на микроскопическом уровне И. Пригожин в более поздней работе с известными оговорками ее признает. «В микроскопическом мире, – пишет он, – должно быть нечто проявляющееся на макроскопическом уровне, подобное необратимости», и дальше добавляет, «необратимость там (в квантовой механике – В. Ш.) возникает вследствие ограниченной применимости понятия волновой функции, обусловленной той или иной разновидностью квантовой неустойчивости»¹. Вряд ли такую аргументацию можно признать объективным ответом, на фоне тех фактов и сомнений, которые были нами приведены.

По-видимому, необратимость и связанные с ней процессы самоорганизации на уровне микромира определяются механизмами, которые нам действительно, как указывает Антипенко, не вполне ясны. Однако очевидно, что из известных нам пока реальных механизмов структурирующих микромир основными являются *квантовые переходы, корреляции и когерентные связи*. Эти же механизмы позволяют осуществить переход к макропроцессам (пример с лазером), при котором происходит колоссальное сжатие информации, поскольку речь идет не об индивидуальных микрособытиях, а о кооперативных явлениях, приводящих к системным свойствам.

Процесс же описания микроскопического уровня, в том числе и явлений необратимости при квантово-механическом измерении и различных видов взаимодействий, оказывается невозможным без дополнения «квантово-механического «языка», «языком» классической механики, хотя ее идеализации относятся к строго детерминированным и обратимым процессам. Данное обстоятельство было выражено Нильсом Бором в концепции *дополнительности*, и она выражает требование согласованного понимания микрообъектов в противоречивом единстве классических и квантово-механических представлений. Соотношение, которое необходимо установить между двумя классами понятий, заключается в том, что оба класса должны описывать одну и ту же ситуацию, хотя и являются противоположными и исключают друг друга. «Для подобных ситуаций, – пишет Бор, – с взаимоисключающим применением понятий, каждое из которых необходимо для полного описания опыта, требуется дополнительный способ описания»². С методологической точки зрения концепция дополнительной соответствует синергетическому принципу – *многоуровневости способов описания*, т.е. возможности создания одного, пусть и фундаментального, способа описания.

¹ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М.: Прогресс, 1986. – С. 325, 356.

² Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. – М., 1961. – С. 146.

Отбор на уровне химизма и образование биологических макромолекул как фактор предбиологической эволюции был обоснован М. Эйгеном на основе селективной ценности информации. Интересную, с нашей точки зрения, трактовку химической эволюции и отбора в происхождении жизни предложил американский биохимик Р.К. Дикерсон. Опираясь на эксперименты А.И. Опарина и С.У. Фокса по явлениям автокатализа и фотосинтеза, он приходит к выводу, что образование коацервантных суспензий («капель») или микросфер^{*}, способных катализировать простые химические реакции, явились основой биологической эволюции.

«Можно представить себе, — пишет Дикерсон, — что до появления живых клеток первобытный океан буквально кишел такими «каплями», обладавшими своим особым химизмом. Капли существовала какой-то срок, а затем снова распались. Те из них, в которых случайно оказались катализаторы, способные стимулировать «полезные» процессы полимеризации, должны были существовать дольше; продолжительность выживания, видимо, находилась в прямой зависимости от сложности и эффективности их «метаболизма». На протяжении долгих геологических эр действовал, по-видимому, мощный химический отбор, сохранявший те типы капель, которые были способны извлекать из окружающей среды энергию и вещество и включать их в соединения, обеспечивавшие выживание не только самих этих капель, но и тех дочерних капель на которые они распались, когда становились чересчур большими. Это еще не жизнь, но что-то уже близкое к ней. Недостаёт лишь упорядоченного механизма, гарантирующего, что все дочерние капли получают катализаторы, необходимые для всех реакций, от которых зависит их выживание. Такая характеристика есть не что иное, как прагматическое определение генетического аппарата <...>», и дальше он продолжает, что «через какие-то промежуточные этапы (о них мы можем только строить догадки) шла эволюция, в результате которой из ассоциации нуклеиновой кислоты и белка (так сказать «протопис») и рабочего катализатора) развился, наконец, тот сложный аппарат генетической транскрипции и трансляции, который мы находим в наше время у всех живых существ. Теперь уже все биохимические потенции протоклетки могли быть переданы ее потомству. Однако само генетическое сообщение должно было со временем меняться как из-за постепенного накопления «ошибок», так и вследствие прямых мутаций, вызванных ионизирующим излучением и прочими факторами. Окружающая среда стала теперь выступать в роли «сита», задерживающего или пропускающего те или иные формы, т.е. начал действовать отбор в пользу обладателей измененного сообщения или против них. С этого момента и могла, очевидно, начаться в дарвиновском смысле эволюция путем естественного отбора»¹.

* Коацерванты — обогащенные полимером коллоидные капли, взвешенные в среде, богатой водой. Они являются результатом спонтанного возникновения в водных растворах высокомолекулярных соединений. Коацерванты могут возникать и в смесях полимеров: белок с углеводом, белок с белком, белок с нуклеиновой кислотой (гистон или клупеин с ДНК или РНК).

¹ Дикерсон Р. Химическая эволюция и происхождение жизни // Эволюция. — М.: Мир, 1981. — С. 101, 105.

Следовательно, по Дикерсону, химический отбор был тем видом естественного отбора в эволюции, который существовал до появления информационных молекул, — молекул, выполняющих роль носителей информации и функцию генетического отбора. По отношению же промежуточных этапов (от начала возникновения биологических макромолекул до одноклеточных организмов, обладающих генетическим кодом), о которых только можно догадываться, по утверждению Дикерсона, становится возможным сделать определенные уточнения в соответствии с результатами синергетического подхода. Необратимость, сопровождающую эволюционный процесс, как известно, связывали только с макроскопическим миром в соответствии со вторым началом термодинамики. Теперь мы понимаем его значение и на микроскопическом уровне. Как показали результаты исследований И. Пригожина и его школы, второе начало термодинамики выполняет, помимо всего прочего, *функции правила отбора* — ограничения начальных условий, распространяющиеся в последующие моменты времени по законам динамики, т.е. допускают такие начальные условия, в которых система эволюционирует к равновесному состоянию в будущем¹. Но действия механизмов химической эволюции могут вывести систему на режим неустойчивости, неравновесного состояния, где внутренние флуктуации становятся механизмом «запуска» процесса самоорганизации.

Таким образом, второе начало термодинамики вводит в наше осмысление и описание эволюционного процесса при переходе с микроскопического уровня предбиологической эволюции к макроскопическому и в последующем — к биологическому, новый несводимый к чему-либо существенный (термодинамический) элемент. Именно подобного рода обстоятельство о соотношении физического и биологического описания привели биолога-генетика К. Уоддингтона к выводу о том, что тайна жизни запрятана в противоречии между физическим и биологическим описаниями².

Возникновение же биологического фотосинтеза явилось той почвой, на которой развилась биологическая эволюция нашей планеты. Возникновение биосферы из хаотического состояния означает непредсказуемость хода эволюции, но механизмы отбора определили как общие тенденции, так и особенности его осуществления на Земле. Как отмечает в данной связи М.В. Волькенштейн: «Можно утверждать, что, если бы эволюция началась заново, она привела бы к совершенно иным результатам. Дебют такой «шахматной партии» случаен. Ситуация сходна с метеорологией, принципиально не имеющей возможности строить прогнозы погоды на сколь-нибудь длительное время»³. (Однако это положение сейчас ставится под сомнение в свете идей, становящейся концепции «Универсального эволюционизма»).

¹ Пригожин И., Стенгерс. Порядок из хаоса. — М.: Прогресс, 1986. — С. 345. См.: там же. С. 340–361.

² Уоддингтон К. Основные биологические концепции // На пути к теоретической биологии. — М., 1970. — С. 179. — Т. 1.

³ Волькенштейн М.В. Современная физика и биология // Вопросы философии, 1989. — № 8. — С. 20.

Образование одноклеточных, а затем и многоклеточных организмов существенно меняет роль отбора в эволюционном процессе.

Эволюционное различие между одноклеточными и многоклеточными организмами определяется, прежде всего, особенностями их строения. Если изменения, скажем, в размерах органоида жестко ограничено его молекулярной структурой, то это не позволяет осуществлять ему пространственную перестройку размеров, тогда как у многоклеточных таких ограничений не существует. Развитие простейших происходит за счет перестроек ядерного аппарата (например, дифференцировка на вегетативные и генеративные ядра и др.). Возникновение и развитие многоклеточных организмов связано с процессом полимеризации и дифференциации на основе возрастающих тенденций интеграции компонентов колонии клеток. Однако само возникновение колониальной организации клеток еще не ведет к автоматическому формированию нового – многоклеточных организмов. По мнению *К. М. Завадского*, «Изобретение нового, как бы оно ни было само по себе важно, без придания ему устойчивости, без стабилизации и включения его в уже существующие функциональные связи – это еще не прогресс»¹. Организация одноклеточных колоний, функционирующая как относительно обособленное, самостоятельное целое, может эволюционировать не только отдельными клетками, но и как колониальное целое, что создает условия для образования нового, о которых говорит Завадский. Отсюда следует, что формирование многоклеточных организмов могло происходить как результат противоречивого эволюционного единства и взаимодействия клетки – органела и организационной целостности колонии. Таким образом, если возникновение биологических макромолекул, носителей наследственной информации, связано, как указывалось, с химизмом, то клеточная организация формируется на основе полимеризации и дифференциации субклеточных образований, то – многоклеточного организма происходит за счет дифференциации и интеграции клеток и надклеточных систем. А такие образования, как популяция и вид, формируются как объединение отдельных организмов и надорганизменных структур в сложные целостные биосистемы². Вместе с тем, каждый структурный уровень биологических систем, выполняя специфические функции в целостном процессе эволюции, оказывается в то же время в отношениях как взаимодействия, так и координации, и определенной субординации в пределах биосферы. Особь – это в первую очередь лаборатория новообразований; популяция –

¹ Завадский К.М. К проблеме прогресса живых и технических систем // Теоретические вопросы прогрессивного развития живой природы и техники. - Л., 1970. – С. 8.

² См.: Завадский К.М. Вид и видообразование. – Л., 1968. – С. 211-259

первичная ячейка деятельности естественного отбора; биогеноценоз – первичная ячейка эволюции, в нем содержатся все основные компоненты биологического круговорота; наконец, биосфера, существующая благодаря биологическому круговороту планеты, – сама жизнь во всем ее многообразии, устойчивости и способности к прогрессивному развитию. Новое появляется в особи, а его конечная судьба и значение определяется биосферой¹.

Популяции биологических организмов, с которых начинается действие естественного отбора, реализуется формированием механизмов адаптации (приспособления) к среде обитания и ее изменениям. В отличие от подхода неodarвинистов (*А. Уоллеса, Ф. Гальтона, А. Вейсмана и др.*), трактующих естественный отбор как источник изменчивости организмов, мы следуем самому Дарвину, утверждавшему, что «отбор не объясняет изменчивость, а фиксирует ее накопление в определенном направлении». «Иные даже вообразили, – писал он, – что естественный отбор вызывает изменчивость, между тем как он предполагает только сохранение таких изменений, которые возникают и полезны организму при данных жизненных условиях»². Именно благодаря генетической изменчивости через отбор одни особи оказались лучше приспособлены к сохранению и размножению в определенной среде, нежели другие. Вместе с тем, возникшие новые формы живых организмов под воздействием естественного отбора сами стали оказывать и вызывать значительные изменения окружающей среды, что привело к изменению условий протекания эволюционного процесса в целом. Биологические процессы, протекающие как внутри организма, так и осуществляющиеся во взаимодействии со средой коррелируются организмом в единую целостную систему. Вне этой целостности и невозможна никакая биологическая эволюция. В связи с этим, как тонко подметил *И.А. Акчурин*: «Эволюция – это, вероятно, единственный путь накопления существенно новой информации, которой не было и не может быть ни внутри, ни вовне исходных эволюционирующих структур»³.

Неопределенность и непредсказуемость, лежащие у самого основания эволюционного процесса, которые на определенных этапах преодолеваются отбором, сохранились во многих аспектах развития нашего времени, и надо думать, что данное положение сохранится в будущем. Но возникновение в процессе эволюции человека, человека разумного, и соответственно человеческого общества, способного осмысливать и целенаправленно воздействовать как на условия и процессы своего существования и развития, так и биосферу в целом, по-видимому, рождает новые принципы отбора, не известные в естественной природе. По мнению крупнейшего эволюциониста Э. Майра, что связано с тем, что, во-первых, «поскольку

¹ Камшилов М.М. Эволюция биосферы. – М., 1974. – С. 183.

² Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. Соч. – 1939. – С. 328. – Т. 3.

³ Акчурин И.А. Единство естественнонаучного знания. – М., 1974. – С. 137.

органической эволюции отсутствует элемент финализма и приобретенные признаки не наследуются, отбор, очевидно, является единственным механизмом, способным оказывать влияние на биологическую эволюцию человека», и, во-вторых, «хотя у нас нет способов воздействовать на собственную биологическую эволюцию, однако мы, несомненно, можем оказывать влияние на свою культурную и нравственную эволюцию. Воздействовать на эту эволюцию в направлениях, являющихся адаптивными для всего человека, было бы реалистичной задачей, однако не следует забывать, что, поскольку вид *Homo sapiens* не подвергается генетическому контролю, возможности его культурной и нравственной эволюции ограничены»¹. Но не все ученые – мыслители и эволюционисты столь пессимистичны.

Подведем некоторые итоги изложенного:

– Естественный отбор выступает, наряду с изменчивостью и наследственностью, главным механизмом эволюционного процесса биологических систем, у которых есть своя история – *свое прошлое*. Образующие их макромолекулы – результат предшествующей эволюции, прошедшие через «отбор» для участия в химической эволюции (в автокаталитических механизмах), оказавшихся способными породить весьма специфические процессы самоорганизации, приведшие к различным формам биологической организации. История жизни биологических систем есть отражение взаимодействий между постоянно изменяющимися условиями среды обитания и огромным эволюционным потенциалом организмов и их популяций.

– Успешное осуществление естественного отбора происходит именно благодаря «неисчерпаемым» запасам изменчивости, которые оказываются в его распоряжении как следствие высокой степени индивидуальности и уникальности биологических организмов и систем.

– Из того, что эволюционные процессы происходят на уровне популяций и они обладают большим запасом генетической изменчивости, следует, что эволюция использует более тонкие механизмы, чем это предполагал Ч. Дарвин, и вместе с тем, что естественный отбор имеет всеобъемлющее значение.

– В эволюции популяций отбор идет чаще всего не по отдельным признакам, органам и даже стадиям – отбираются всегда целые организмы (целые онтогенезы) в их конкретном развитии.

– Благодаря естественному отбору, случайно наследуемые модификации генов как более благоприятные для выживания особей сохраняются, а неблагоприятные отсеиваются. По существу происходит дифференциальное выживание и размножение особей с различной наследуемой генетикой. Здесь отбор выступает как эволюционная адаптация, реализующая единство случайности и необходимости, изменчивости и устойчивости (отбора).

– Прямым действием естественного отбора является сохранение множественности форм организмов соответствующей популяции. При существенной неоднородности среды обитания вида отбор благоприятствует попу-

¹ Майр Э. Эволюция // Эволюция. – М.: Мир, 1981. – С. 29, 31.

шению разнообразия генофонда, что влечет к оптимальной адаптации различных форм к конкретным условиям. При исчезновении же условий – исчезают особи к ним адаптированные. В данной ситуации отбор идет по пути развития новых типов организмов среди оставшихся в живых. И они оказываются весьма удачными, когда адаптивные возможности позволяют им заполнять относительно свободные ниши.

– Постепенность и квазинеzависимость являются главными признаками процесса эволюции. Без них организмы в том виде, в каком они нам сейчас известны, не могли бы существовать, так как адаптивная эволюция была бы невозможна. Постепенность обеспечивает эволюционное движение посредством малых, порой незначительных изменений. Квазинеzависимость означает, что существует много разнообразных альтернативных путей, по которым может происходить изменение данного признака, так что отбор всегда может найти пути, позволяющие воздействовать на данный признак, не затрагивая при этом другие¹.

– Направление эволюционного процесса может определяться стабилизирующими механизмами естественного отбора, когда система через последовательность «скачкообразных отклонений» возвращается к «нормальной траектории развития».

– Важнейший эволюционный процесс видообразования всегда начинается с *малых* изменений, имеющих в гетерозиготном состоянии ничтожное выражение. Такие малые изменения не могут вносить крупных нарушений в строение и функции организма. Если они имеют некоторое положительное значение, то естественный отбор пойдет по пути усиления их выражения и, следовательно, по пути развития доминантности. Когда будет достигнуто доминирование, произойдет быстрое вытеснение гомозиготного рецессива, т.е. прежней формы из всей популяции². Указанный в свое время И.И.Шмальгаузен данный аспект эволюции является выражением происходящих в начале малых воздействий – флуктуаций на систему, а вблизи критической «точки» перехода, значительно усиливаясь, способных привести к формированию новой биологической структуры как самоорганизующего процесса.

Во всех вышеперечисленных, с нашей точки зрения, основных пунктов не так явно, как в последнем, выражен процесс перехода через пороговое критическое состояние к новой организации, которое и определяется действием механизмов естественного отбора. В синергетике критические пороговые состояния получили название *точек бифуркаций*. Процессы, происходящие как вблизи, так и в самой точке бифуркации, являются важнейшими для понимания явлений самоорганизации, поэтому перейдем к более подробному их рассмотрению.

¹ См.: Левонтин Р. Адаптация // Эволюция. – С. 264.

² См.: Шмальгаузен И.И. Избранные труды. – С. 136.

АЛЬТЕРНАТИВЫ, БИФУРКАЦИИ И ВЫБОР ПУТИ ЭВОЛЮЦИИ

Эволюционный процесс ведет к возникновению квазистационарных, относительно стабильных во времени, но по своей сущности неравновесных, структур. Поэтому он представляет собой систему последовательных переходов от одних квазистабильных состояний к другим через пороговые режимы. В пороговом состоянии течение событий, процесса неоднозначно, неопределенно из-за флуктуаций или внешних возмущений, воздействующих на систему, так же, как и непредсказуема новая организация, возникающая после прохождения этого порога – «точки бифуркации», ибо в момент перехода происходит ветвление точки бифуркации, приводящая систему к такому состоянию, о которой И. Пригожин говорит, что «она *оказывается в одно и то же время всем, чем она может быть*». «В этих точках самое полное знание не дает нам возможности вычислить то, что произойдет, заменить вероятность уверенностью. Система нащупывает, таким образом, некую «диаграмму бифуркации», «карту возможностей», в то время как она все в большей мере удаляется от состояния равновесия благодаря изменению своих отношений со средой, определяющей каждый раз, что именно можно будет предвидеть, а также то, что, как это известно заранее, можно только констатировать и пересказывать»¹.

Еще более запутывающая картина по поводу синергетических бифуркаций рисуется В.Д. Поремским в работе «Стратегия антибольшевицкой эмиграции»². Приведем один пример, взятый нами из этой работы. «Синергетика, – пишет автор, – сравнительно новая научная дисциплина. Само это название было пушено в обращение Г. Хакемом лишь в конце 1960 – х годов. Поэтому контуры этой науки еще несколько расплывчаты ...»³.

Представление о такой расплывчатости дает следующая цитата из книги Поремского, довольно типичная и для других авторов, обращающихся по тому или иному поводу к синергетической парадигме:

«Синергетика <...> установила, что увядание живых систем, выражающееся в ослаблении организующих их функций, достигнув критической точки (развилки), не обязательно обрекает систему на уход в небытие. Система может скачкообразно трансформироваться, обрести новую жизнь на базе новой структуры. Иной структуры, но не любой, а той, которая заложена *как бы* (курсив наш – В.Ш.) в генах материала, из которого она сложена. В случае человеческого общества этот материал – человек, обладающий памятью о своем прошлом»⁴.

Мы не найдем при нынешнем состоянии синергетических знаний оценок вероятности, с какой система переходит на новый уровень развития. Поремский поэтому даже уравнивает вероятности двух бифуркаций. «Самое интересное в этом открытии, – пишет он, – заключается в том, что гибель системы или ее трансформация одинаково вероятны, т.е. оба исхода имеют одинаковую вероятность осуществления – 50 %!»⁵.

¹ Пригожин И. Переоткрытие времени // Вопросы философии. – 1989. – №8. – С. 11-12.

² Поремский В.Д. Стратегия антибольшевицкой эмиграции. – М.: Посев, 1998.

³ Там же. – С. 280.

⁴ Там же. – С. 281-282

⁵ Там же. – С. 282.

Возникает вопрос: может ли синергетика приводить к реальным прогнозам в развитии сложных систем, интересующих, скажем, физиков, биологов, социологов? Нам представляется, что положительного решения этого вопроса как раз и можно достигнуть при обобщении научных фактов, полученных в результате изучения реальных эволюционирующих систем, имеющих разные пространственно-временные масштабы и требующие разных способов описания.

Обратимся теперь к некоторым этапам истории формирования представлений о бифуркациях. Еще *Дж.К. Максвелл* в свое время обратил внимание на важность таких точек не только в сфере физических процессов, но и в явлениях самой различной природы. В качестве примеров он приводит такие состояния, как: скала, отделившаяся от основания в результате выветривания и балансирующая на выступе горного склона, небольшая искра, поджигающая огромный лес, слово, свергающее мир в пучину войны, кругища вещества, лишаящая человека воли, крохотная спора, заражающая посевы картофеля и других культур или превращающая нас в философов или идиотов. При этом Максвелл подметил, что чем выше уровень организации системы, находящейся в неравновесном состоянии, тем больше таких точек. Следовательно, сложные системы в своем развитии должны проходить целую последовательность, каскад таких точек бифуркации. Но последуем дальше за его рассуждениями. «В этих точках воздействия, — отмечал он, — физическая величина которых слишком мала для того, чтобы существо конечных размеров привлекло их во внимание, могут приводить к необычайно важным последствиям. Всеми великими результатами человеческой деятельности мы обязаны искусному использованию таких особых состояний, когда такая возможность предоставлялась»¹. Особая точка — точка бифуркации, характеризуется существованием множества возможных структур, в пределах которых открывается перспектива дальнейшего развития системы. В этом состоянии система как бы «колеблется» перед выбором будущего, «прошупывает» собственное пространственное состояние, «блуждает» по полю путей развития. Это то, о чем мы говорили выше в нашем изложении — образование структур-аттракторов как формирование поля возможностей путей развития, которые определяются сугубо внутренними параметрами системы — своего рода потенциальный план эволюции.

Если произошло событие выхода на структуру-аттрактор, то в открытой нелинейной среде имеет место процесс самодостраивания, самовыстраивания — самоорганизация. Процесс «выпадения» на аттрактор также естественен как процесс падения тел в гравитационном поле притяжения Земли².

¹ Maxwell J.C. Science and Free Will.— In: Campbell L., Garnet W. The Life of Jaws Clare Maxwell.— L.: Macmillan, 1882. P. 443.

² Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Интуиция как самодостраивание // Вопросы философии, 1994. — № 2. — С. 111.

Формирование структур-аттракторов среды, на которые «выпадают» процессы самоорганизации как явления перехода на новые уровни, Хакен назвал *принципом плетения*. «Этот принцип учитывает, – пишет он, – стохастические процессы, эффекты конечной ширины зоны в случае сплошной среды, а также охватывает область вокруг центра многообразия. Точнее он применим, в частности, к ситуации, когда набор «притягивающих» параметров порядка сменяется «отталкивающим» параметром, в окрестности которого размещается новый притягивающий отбор. В отличие от стандартной теоремы о центральном многообразии, которая представляет собой типичную теорему существования, наш подход конструктивен»¹.

Аналогичную точку зрения, с некоторыми уточнениями высказывают Г. Николис и И. Пригожин. «Различие в начальных условиях приведет к тому, – пишут они, – что система может оказаться в областях притяжения различных режимов, что равносильно включению различных типов эволюции, различных вариантов истории. Тот факт, что из многих возможных регистрируется некоторый конкретный исторический вариант, совсем не обязательно является отражением усилий некоторого «составителя глобального плана», пытающегося оптимизировать какую-то всеобщую функцию – это может быть простым следствием устойчивости и жизненности данного конкретного типа поведения»².

Альтернативность формирующихся пугей эволюции, присущая каждому из уровней самоорганизующихся систем, все же не означает полного отсутствия некоторой необходимости, преддетерминированности эволюционного процесса. Выбор одного из возможных путей происходит под действием механизмов отбора (естественного – в природном и биологическом развитии). Из поля возможностей отбираются и реализуются лишь те структуры, которые удовлетворяют определенным условиям (целям) – принципам отбора. Вместе с тем, хотя отбор и выступает на подобие «набора фильтров», которые из всего множества возможных состояний, пропускают только определенные, он не является лишь конечным этапом, итогом перехода системы через точки бифуркации. Механизмы отбора включены в действие уже на этапе локализации возможных структур, стоков структур-аттракторов. Здесь, по-видимому, имеют место механизмы стабилизационного типа при локальных бифуркациях, о которых говорил К. Уоддингтон. Следовательно, сам отбор формирует и допускает множество возможных состояний, но в *какое именно состояние перейдет система, будет зависеть от тех случайных флуктуаций в момент, когда пороговое состояние достигнет критического значения*. Вся совокупность механизмов, включенных в

¹ Хакен Г. Явления перехода и переходные процессы в нелинейных системах // Синергетика. – М., 1984. – С. 12-13.

² Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990. – С. 279-280.

процесс самоорганизации, вплоть до возникновения новой системы, можно было определить как *механизмы детерминации будущего*.

Таким образом, самоорганизация в эволюционном процессе – это целая гамма взаимообусловленных и взаимодействующих механизмов. Бифуркации принадлежат этому классу механизмов, которые создают и реализуют возможности развития. С позиций синергетического подхода, развитие характеризуется непрерывным процессом усложнения, а с ростом сложности соответственно увеличивается число таких состояний системы, в которых возникают критические точки – бифуркации, что ведет к возрастанию количества возможностей перехода на новый уровень организации. Достаточный уровень сложности системы – это тогда, когда сама система способна спонтанно создавать такие состояния, которые порождают новые возможности.

Сам процесс реального развития на каждом уровне самоорганизации, реализуя целую палитру взаимодействующих механизмов, как своеобразный «кооперативный эффект (процесс)», осуществляет общую тенденцию эволюции универсума. Поэтому без всестороннего исследования природы бифуркаций и того, что вносят механизмы бифуркации в эволюционный процесс в составе целого, невозможно осуществление перехода от одного синергетического уровня описания к другому. Здесь мы сталкиваемся в более общем случае с диалектикой части и целого. Для того, чтобы связать между собой различные уровни описания на основе взаимосвязи целого и части, необходимо осмысление эволюции сложной организации как сугубо *нелинейного процесса*. «Нелинейность» – фундаментальный концептуальный узел новой парадигмы. Можно даже, пожалуй, сказать, что новая парадигма есть парадигма нелинейности¹.

Процессы линейного характера обычно связывают с описанием стабильных, предсказуемых поведений систем, что с физической точки зрения означает достижение некоторого минимального значения активности системы или приближение к минимальному производству энтропии. Вместе с тем, состояние, к которому эволюционирует система, будет неравновесным, ибо в ней процессы диссипации происходят со скоростями, отличными от нулевого. Стало быть, в стационарном состоянии система постоянно увеличивает энтропию окружающей среды, насколько это позволяют (или совместимы) с наложенными на систему связями (граничными условиями). В линейной области ситуация остается, по существу, такой же, как и в равновесной. Хотя производство энтропии не обращается в нуль, оно все-таки, тем не менее, не мешает необратимому изменению отождествляться с эволюцией к состоянию, полностью выводимому из общих законов. При эволюции к равновесному состоянию, система «забывает» начальные условия. И каковы бы они ни были, система рано или поздно перейдет в состояние, определяемое граничными условиями. В результате, реакция такой системы на любое изменение граничных условий становится предсказуемой.

¹ Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировидение // Вопросы философии. – 1992. – №2. – С. 9.

Совершенно иная ситуация возникает в нелинейных процессах. Сильно неравновесная система может эволюционировать к некоторому стационарному, точнее квазистационарному, состоянию, но относительно характера его устойчивости мы уже не можем судить на основе общих закономерностей данной области явлений. Это обусловлено тем, что нелинейное состояние может неоднозначно реагировать на различные типы возмущений, создаваемых как внешней средой (среда сама может качественно изменяться, что ведет к неоднозначным последствиям), так и самой системой. Определенные флуктуации вместо того, чтобы, скажем, затухать, как это происходит в системах с линейным характером, напротив, усиливаются, заставляя систему эволюционировать к новому состоянию, принципиально отличную от стационарных состояний с минимумом производства энтропии. Такой механизм эволюционного процесса назван *принципом «усиления флуктуаций»*. Следовательно, с методологической точки зрения верно то, что в сильно неравновесной области не существует универсального закона, из которого можно было бы вывести заключение относительно поведения всех без исключения систем. Каждая сильно неравновесная система требует особого рассмотрения. На современном этапе познания мы можем говорить лишь о необходимых условиях самоорганизации, о достаточных пока речь не идет.

Учет особенностей поведения неравновесных систем, в отличие от изложенного подхода школы И. Пригожина, предложен уже упоминавшейся группой исследователей ИПМ им. М. В. Келдыша и ученых МГУ, где поведение нелинейной системы (среды^{*}) обусловлено не только изменениями ее параметров, но и изменениями характера начального воздействия на одну и ту же систему (среду). Изменение характера начального воздействия означает изменение отнюдь не его интенсивности, а пространственной конфигурации, топологии (скажем, симметрии или цветной симметрии) этого воздействия. И при этом в среде появляются разные структуры. Парадоксально, что в одной и той же среде без изменения ее параметров могут возникнуть разные структуры, выступающие в качестве аттракторов, разные пути ее эволюции¹.

Таким образом, нелинейность выступает основой и условием, своеобразным механизмом формирования у системы множества возможностей (путей) эволюции, конкретный характер осуществлений которых зависит от природы системы – среды. В школе И. Пригожина исследуются нелинейные системы, выбор пути которых определяется флуктуациями (может быть даже незначительными, малыми) в критических точках перехода, выше «порога чувствительности», тогда как исследования научной школы ИПМ и МГУ сосредоточены на нелинейных процессах, протекающих в режимах с обострением. Механизмы

* Здесь мы имеем более общий подход к нелинейным системам – как средам осуществления явлений самоорганизации.

¹ Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировидение // Вопросы по философии. – 1992. – №12. – С. 10.

такого класса эволюционирующих систем связаны с наличием нелинейных положительных обратных связей. Как уже указывалось, сохранение устойчивости, стабильности, гомеостазиса живых систем возможно благодаря наличию отрицательных обратных связей, тогда как положительные ведут к разрушению, дезинтеграции, гибели сложнорегулируемых систем. Но иная ситуация с нелинейными процессами в режимах с обратным, где положительные обратные связи выступают не только в роли разрушения, но и могут приводить к ускоренному, самоподстегивающему росту по всему пространству среды.

Класс задач, решаемых при таком подходе особенно важен в свете глобальных проблем современности. В метеорологии – катастрофические явления в атмосфере Земли, вызванные деятельностью людей; в экологии – рост или вымирание целых биологических популяций, угроза нависшая над человечеством вследствие загрязнения окружающей среды; в эпидемиологии – вспышки инфекционных заболеваний; в экономике – феномены кризисов или бурного экономического роста, в обществе – социальные конфликты, межэтнические столкновения и т.д.

Несмотря на различие механизмов явлений самоорганизации систем различной природы, у них обнаруживается удивительное сходство в поведении вблизи критической точки – точки бифуркации. «Даже численные значения для критических показателей, описывающих количественную природу сингулярностей, – указывает один из видных исследователей в области синергетики *Х.Стенли*, – оказываются идентичными для больших групп на первый взгляд различных физических систем»¹.

Как известно, понятие *бифуркации* было введено при исследовании динамических систем французским физиком и математиком Анри Пуанкаре. Дальнейшее развитие теория бифуркаций получила в трудах *А.М.Ляпунова*, *А.А.Андропова*, *Е.Хопфа*, *И.Пригожина*, *Г.Хакзена* и др. Теория получила применение фактически во всех областях, где существуют нелинейные фазовые переходы.

С математической точки зрения поведение динамической системы вблизи границы устойчивости равносильно ее поведению на самой границе. Но при возрастании определенных параметров, связанных с флуктуациями, система из устойчивого состояния может становиться неустойчивой, удаляясь при этом на достаточно далекое расстояние. «Такой тип поведения, – пишет *Дж.Марсден* и *М.Маракен*, – часто встречается в природе. И происходит это вовсе не вследствие неединственности решений дифференциального уравнения, а по причине неустойчивости решения относительно малых возмущений начальных условий»². В последующем, когда система уже находится в неравно-

¹ Стенли Х., Конильо А., Клейн У., Наканис Х., Реднер С., Рейнольдс П., Шлифер Г. Критические явления: прошлое, настоящее и “будущее” // Синергетика. – М., 1984. – С. 44.

² Марсден Дж., Маракен М. Бифуркация рождения цикла и ее приложения. – М., 1980. – С. 12.

весном состоянии, флуктуации могут настолько разрастаться в результате положительных обратных связей, что прежняя организация системы начинает разрушаться. В этот критический момент оказывается принципиально невозможным предсказать в каком направлении будет эволюционировать система: к «хаосу» – понижению уровня организации, полному разрушению или «порядку» – новому, более высокому уровню организации.

Чем данный процесс будет определяться, какие механизмы здесь работают? Ответы на эти вопросы и вызывают тот пристальный интерес к критическим режимам – бифуркациям со стороны исследователей фазовых переходов в самых различных областях научного познания. Вот как представляет данную проблему Г. Николис: «В окрестности точек перехода феноменологический анализ, основанный главным образом, на теории бифуркаций, должен быть дополнен информацией о поведении флуктуаций»¹. Следовательно, от природы нелинейности и характера флуктуаций во многом будут зависеть типы бифуркаций, происходящих в системе. Соответственно им, бифуркации могут приводить: 1) к возникновению многих стационарных состояний без изменения пространственной и временной симметрии; 2) к нарушению временной симметрии из-за появления предельных циклов; 3) к нарушению пространственной симметрии из-за возникновения структур². После тщательного анализа проблемы на примере систем, в которых происходят химические реакции и диффузия Г. Николис приходит к выводу о том, что несмотря на возможность развития последовательной теории возмущений для неравновесных явлений перехода, все же нерешенными остаются важные задачи математического характера (например, для понимания механизма бифуркаций, нарушающих симметрию необходимо обобщить теорию возмущений на неоднородные флуктуации в системах, зависящих от двух и более параметров и др.), что ведет пока еще к необходимости феноменологического способа описания для многих типов бифуркаций. Поэтому в общем случае для большинства явлений самоорганизации, когда система находится вблизи точки бифуркации, она становится чувствительным к малым флуктуациям. Такая неустойчивость, связанная с разупорядоченностью, ведет систему к непрерывному «нащупыванию» своего пространственного состояния, блужданию по полю путей развития, через отбор, создавая, в случае прогрессивной эволюции, сложность и информацию. В этой связи Г. Николис и И. Пригожин отмечают, что синергетический подход состоит в появлении нового уровня описания, обусловленного соответствующей динамикой. «Подобно тому, как состояние неравновесной системы оказалось удобно описывать на языке корреляций между макроскопически разделенными элементами, а явления бифуркации описывать с помощью параметра порядка вместо исходно имевшихся пере-

¹ Николис Г. Некоторые аспекты теории флуктуаций в неравновесных системах // Синергетика. М., 1984. С. 30.

² Там же. С. 30-31.

менных состояния, так и теперь выясняется, что для определенного класса стохастических динамических систем естественно ввести еще более высокий уровень абстракции и говорить о символах и информации»³. Здесь мы видим существенный аспект нового уровня описания: переход со структурного уровня самоорганизации к уровню самоорганизации функциональных систем, основанных на процессах управления (самоуправления, саморегуляции, на основе механизмов обратной связи), обмена информации и т.д.

Таким образом, в нелинейных, сильно неравновесных системах (средах) процессы самоорганизации осуществляются как взаимодействие различных механизмов, где сочетаются случайность с необходимостью, возможность с действительностью, флуктуации с детерминистическими закономерностями. Поэтому критические акценты по отношению синергетики лишь как теории нестабильности, стохастичности, отрицающей необходимость и детерминизм, не обоснованы. Как признают сами И. Пригожин и И. Стенгерс: «вблизи бифуркаций основную роль играют флуктуации или случайные элементы, тогда как в интервалах между бифуркациями доминируют детерминистические аспекты»¹. На замечание *О. Тоффлера* (автора предисловия к их работе) «а не сводят ли они случайность к необходимости, не укладывают ли самую случайность в детерминистическую схему?». – Илья Пригожин поясняет: «Вы были бы правы, если бы не одно обстоятельство. Дело в том, что мы никогда не знаем заранее, когда произойдет следующая бифуркация»².

В заключение хотелось бы отметить, что глобальный цивилизационный кризис настоящего времени, проявляющийся во многих областях человеческой деятельности, обусловлен рядом существенных причин. В первую очередь, это вступление человечества в «эпоху бифуркаций» – коренных видоизменений, порождаемых взаимодействием многих социокультурных процессов на критической границе самоистребления. Однако самоорганизационные процессы формирующегося нового информационного общества с преобладанием ноосферных механизмов могут стать, по мнению ученых, гарантом относительно мягкого сценария выхода из планетарного кризиса. Но так или иначе, цивилизационный кризис характеризуется гибелью многих параметров порядка, ростом объема информации и коммуникативных связей и, как следствие, данный кризис порождает фрагментарность восприятия мира, проблему самоидентификации как личности, так и социальных групп, напряженность в межнациональных отношениях, отношениях человека и природы, культуры естественнонаучной и культуры гуманитарной. В данной связи современное образование должно перейти с традиционных функций передачи знаний и социального опыта к опережающей, превентивной функции – подготовки человека к жизни в эпоху кризисов.

³ Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 192. – С. 223.

¹ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М.: Прогресс, 1986. – С. 235.

² Там же. – С. 33.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теория самоорганизации как новая общенаучная парадигма междисциплинарной области научного исследования является результатом усилия большого числа ученых-естествоиспытателей и философов-мыслителей. Разнообразие подходов, концепций и исследовательских программ по синергетике говорит о многообразии природных, в том числе технических, социальных и социокультурных явлений, которым присущ феномен самоорганизации. При этом цели исследования самые различные: от мировоззренческих и теоретико-познавательных до методологических и прикладных – практических.

Общность теоретических и практических интересов, как видно из изложенного материала, основывается на наличии общности механизмов и определенных закономерностей самоорганизации эволюционирующих систем, что позволяет говорить о наличии взаимосвязей различных уровней самоорганизующихся систем: физико-химических, биологических, социальных, биосферных, глобально-космологических. При этом каждой из сложноорганизованных эволюционирующих систем присуща многовариантность и альтернативность путей развития. Исследование условий и причин структурирующих многовариантность и многообразие форм эволюции и «выбор» пути развития позволяет по новому осмыслить традиционные проблемы эволюционного процесса в различных областях современного научного познания.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии, 1992. – № 10. – С. 76-86.
2. Арнольд В.И. Теория катастроф. – М.: Наука, 1990. – 128 с.
3. Аршинов В.И., Буданов В.Г. Синергетика: эволюционный аспект // Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М., 1994. – С. 229-242.
4. Астафьев А.К. К вопросу о самоорганизации социальных систем // Синергетика и методы науки. – СПб., 1998. – С. 410-411.
5. Баранцев Р.Г. Открытым системам – открытые методы // Синергетика и методы науки. – СПб.: Наука, 1998. – 439 с.
6. Бердяев Н.А. Смысл истории. – М.: Мысль, 1990. – 175 с.
7. Берталанфи Л. Общая теория систем // Системные исследования: Ежегодник. – М.: Наука, 1969.
8. Блауберг И.В. Проблема целостности и системный подход. – М.: Эдиториал УРСС, 1997. – 448 с.
9. Бородай Ю.М. В поисках этногенного фактора // Природа, 1981. – № 4. – С. 124-126.
10. Бородай Ю.М. Этнические контакты и окружающая среда // Природа, 1981. № 9. – С. 82 – 85.
11. Бранский В.П. Социальная синергетика как постмодернистская философия истории // Общественные науки и современность. – 1999. – № 6. – С. 117-127.
12. Бранский В.П. Теоретические основания социальной синергетики // Вопросы философии. – 2000. – № 4. – С. 112-129.
13. Бранский В.П., Пожарский С.Д. Социальная синергетика и акмеология. – СПб., 2001.
14. Бромлей Ю.В. К вопросу о сущности этноса // Природа, 1970. № 2, – С. 51-55.
15. Бунин Г.Г. Синергетика: порядок и хаос в обществе. Махачкала, 1996. – 63 с.
16. Василькова В.В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: (Синергетика и теория социальной самоорганизации). – СПб.: Изд-во Лань, 1999. – 480 с.
17. Век разума. Интервью с В.И. Гольданским // Раздумья о будущем. Диалоги в преддверии третьего тысячелетия. – М.: Политиздат, 1987. – 175 с.
18. Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. – М.: Наука, 1994. – 669 с.
19. Вильсон А. Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 248 с.
20. Винер Н. Кибернетика или управления и связь в животном и машине. – М.: Наука, 1983. – 344 с.

21. Гадамер Х.-Г. Истина и метод: Основы философской герменевтики. – М.: Прогресс, 1988. – 704 с.
22. Глобальный эволюционизм. – М., 1994. – 150 с.
23. Гендин А.М. Проблема реальности будущего и методологические основания социального предвидения // Мировоззренческие вопросы предвидения и времени. – Саратов, 1986. – 167 с.
24. Гиндлис Л.М. Антропный принцип: занимает ли человек исключительное место во Вселенной? // Глобальный эволюционизм. – М., 1994. – С. 65-93.
25. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 528 с.
26. Гумилев Л.Н. Этногенез и этносфера // Природа, 1970, № 1. – С. 46-55; № 2. – С. 43-50.
27. Данилевский Н.Я. Россия и Европа. – М.: Книга, 1991. – 574 с.
28. Данилов Ю.А. Роль и место синергетики в современной науке // Онтология и эпистемология синергетики – М., 1977. – С. 5-11.
29. Давидович В.Е., Жданов Ю.А. Сущность культуры. – Ростов н/Д: Изд-во Ростов. ун-та, 1979. – 264 с.
30. Деннет Д. Постмодерн и истина. Почему нам важно понимать это правильно // Вопросы философии. – № 8. – С. 93-100.
31. Дирак П.А.М. Пути физики. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 87 с.
32. Добронравова И.С. Синергетика: становление нелинейного мышления. – Киев, 1991.
33. Дюркгейм Э. Социология. Ее предмет, метод, предназначение. – М.: Канон, 1995. – 352 с.
34. Егоров В.С. Философия открытого общества. М.: Московский психолого-социальный институт. – Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2002. – 320 с.
35. Зиммель Г. Избранное. Т. 1. Философия культуры. – М.: Юрист, 1996. – 671 с.
36. Изменяющийся и самоорганизующийся мир. – М., 1999. – Т.1,2.
37. Каган М.С. Синергетика и культурология // Синергетика и методы науки. – СПб.: Наука, 1998. – С. 201-219.
38. Казютинский В.В. Глобальный эволюционизм и научная картина мира // Глобальный эволюционизм. – М., 1994. – С. 140-149.
39. Кайзер Дж. Статистическая термодинамика неравновесных процессов. – М.: Мир, 1990. – 607 с.
40. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. – М.: Наука, 1997. – 285 с.
41. Карери Дж. Порядок и беспорядок в структуре материи. – М.: Мир, 1985. – 232 с.

42. Каширин В.И. Глобалистика и философия планетарного самосознания. – Ставрополь, 1998. – 126 с.
43. Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. – Минск, 1986.
44. Климонтович Ю.Л. Динамический и статистический хаос. Критерии степени упорядоченности в процессах самоорганизации // Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М., 1994. – С. 98-126.
45. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировидение: диалог с И. Пригожиным // Вопросы философии. – 1992. – № 12. – С. 3-20.
46. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. – М.: Наука, 1994. – 236 с.
47. Князева Е.Н. Сложные системы и нелинейная динамика в природе и обществе // Вопросы философии. – 1998. – № 4. – С. 138-143.
48. Концепция самоорганизации в исторической ретроспективе. – М.: Наука, 1994. – 239 с.
49. Концепции самоорганизации: становление нового образа научного мышления. – М., 1964. – 207 с.
50. Кристиан Д. К обоснованию «Большой (универсальной) истории» // Общественные науки и современность. – 2001. – № 2. – С. 137-146.
51. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
52. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Синергетика – теория самоорганизации: идеи, методы, перспективы. – М., 1983.
53. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Синергетика – новые направления. – М., 1989.
54. Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. – М., 1990.
55. Курдюмов С.П., Князева Е.Н. Синергетическое видение мира: режимы с обострением (У истоков синергетического видения мира) // Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М., 1994. – С.162-186.
56. Лесков Л.В. Футуросинергетика западной цивилизации (Задачи синергетического моделирования) // Общественные науки и современность. – 1998. – № 3. – С. 149-159.
57. Лешкевич Т.Г. Неопределенность в мире и мир неопределенности. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1994. – 232 с.
58. Малинецкий Г.Г. Нелинейная динамика – ключ к теоретической истории? // ОНС: Общественные науки и современность. – М., 1996. – № 4. – С. 98-112.
59. Милов Ю.П. Парадигма нелинейности в методологии естествознания // Взаимодействие науки и теологии в изучении проблемы природы и общества: история и современность. – СПб., 1992. – 98 с.
60. Моисеев Н.Н. Логика универсального эволюционизма и кооперативность // Вопросы философии. – 1989. – № 8. – С. 52-66.

61. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 351 с.
62. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. – М., 1979. – 512 с.
63. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990. – 344 с.
64. Новое в синергетике: Загадки мира неравновесных структур. – М.: Наука, 1996. – 264 с.
65. Онтология и эпистемология синергетики. – М., 1997. – 159 с.
66. Павленко Ю.В. Альтернативные подходы к осмыслению истории и проблема их синтеза // Философия и общество. Научно-теоретический журнал. – М., 1997. – № 3. – С. 93 – 133.
67. Поплавский А.Н. Специфика процессов самоорганизации природных объектов. – Нальчик: Эльбрус, 1988. – 127 с.
68. Поппер К. Открытое общество и его враги. – М.: Международный фонд. – Т. 1,2. Т. 1. – 446 с. – Т. 2. – 525 с.
69. Поремский В.Д. Стратегия антибольшевицкой эмиграции. – М.: Посев, 1998. – 288 с.
70. Поршнева Б.Ф. О начале человеческой истории. – М.: Мысль, 1974. – 487 с.
71. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. – М., 1985. – 327 с.
72. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
73. Пригожин И. Переоткрытие времени // Вопросы философии. – 1989. – № 8. – С. 3 – 19.
74. Пригожин И. Философия нестабильности // Вопросы философии. – 1991. – № 6.
75. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. – М.: Прогресс, 1994.
76. Редже Т. Этюды о Вселенной. – М.: Мир, 1985. – 190 с.
77. Режабек Е.Я. Синергетические представления и социальная реальность // Научная мысль Кавказа, № 2. – Ростов н/Д, 2001. – С. 3-17.
78. Руденко А.П. Самоорганизация и синергетика // Синергетика. Труды семинара. – М.: Изд- развития, 1986. – Т. 3. – С. 25-43.
79. Самоорганизация и наука в МГУ, 2000. – С. 61-99.
80. Рузавин Г.И. Самоорганизация и развитие систем // Принцип системности в познании процессов: опыт философского осмысления. – М., 1994. – 349 с.
81. Сапронов М.В. Синергетический подход в исторических исследованиях: новые возможности и трудности применения // Общественные науки и современность. – 2002. – № 4. – С. 158-172.
82. Седов Е.А. Взаимосвязь энергии, информации и энтропии в процессах управления и самоорганизации // Информация и управление. Философско-методологические аспекты. – М.: Наука, 1985. – 285 с

83. Синергетика и методы науки. – СПб.: Наука, 1998. – 439 с.
84. Синергетика: Сб. статей. – М.: Мир, 1984. – 248 с.
85. Синергетике – 30 лет. Интервью с профессором Г. Хакеном // Вопросы философии. – 2000. – № 3. – С. 53-61.
86. Синергетическая парадигма. – М., 2000.
87. Скрипник К.Д. Философия. Логика. Диалог. – Ростов-на-Дону.: Изд-во Ростовского университета, 1996. – 146 с.
88. Спир Ф. Структура Большой истории. От Большого взрыва до современности // Общественные науки и современность. – 1999. – № 5. – С. 152-163.
89. Степин В.С. Динамика научного познания как процесс самоорганизации // Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М., 1994. – С. 8-31.
90. Тарасенко В.В. Религиозная модель синергетики // Онтология и эпистемология синергетики. – М., 1997. – С. 119-130.
91. Тойнби А. Дж. Постижение истории. – М.: Прогресс, 1991. – 736 с.
92. Флоренский П.А. Столп и утверждение истины (1). – М.: Правда, 1990. – 490 с.
93. Фридман А.А. Мир как пространство и время. – Петербург: Akademia, 1923. – 131 с.
94. Фукуяма Ф. Конец истории? // Вопросы философии, 1990. – № 3. – С. 134-148.
95. Хайтун С.Д. Фундаментальная сущность эволюции // Вопросы философии. – 2001. – № 2. – С. 152-166.
96. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980. – 404 с.
97. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивости в самоорганизующихся системах и устройствах. – М.: Мир, 1985. – 419 с.
98. Хакен Г. Информация и самоорганизация: макроскопический подход к сложным системам. – М., 1991. – 240 с.
99. Хакен Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. – М.: ПЕР СЭ, 2001. – 351 с.
100. Чижевский А.О. земное эхо солнечных бурь. – М., 1976.
101. Чернавский Д.С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации. – М.: Наука, 2001. – 244 с.
102. Шаповалов В.И., Казаков Н.В. Законы синергетики и глобальные тенденции // Общественные науки и современность. – 2002. – № 3. – С. 141-148.
103. Швейцер А. Культура и этика. – М., 1973. – 343 с.
104. Швейцер А. Благоговение перед жизнью. – М.: Прогресс, 1992. – 576 с.
105. Шевлоков В.А. Новые горизонты синергетических исследований // Мир этноса. Аспекты и методы исследования. – Нальчик, 1999. – С. 6-29.

106. Шевлоков В.А. Синергетическая концепция этноса: постановка проблемы // Мир этноса. Аспекты и методы исследования. – Нальчик, 1999. – С. 30-57.

107. Шевлоков В.А. Синергетический подход к историческому процессу // Российская цивилизация на Северном Кавказе: к постановке проблемы: Сб. научных статей. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001.

108. Шелепин Л.А. Когерентность. – М.: Знание, 1983. (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Физика», 1983 / 4). – 64 с.

109. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М., 1963.

110. Шредингер Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика. – М.: Атомиздат, 1972. – 88 с.

111. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. М.: Мир, 1979. – 279 с.

112. Эволюция. – М.: Мир, 1981. – 264 с.

113. Эйген М., Винклер Р. Игра жизни. – М., 1979.

114. Эйген М., Шустер П. Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул. – М., 1982.

115. Эшби У.Р. Принципы самоорганизации // Принципы самоорганизации. – М., 1966. – С. 314-343.

116. Юнг К.Г. Синхроничность. – М.: Рефл-бук, Ваклер, 1997. – 315 с.

117. Янч Э. Самоорганизующаяся система // Общественные науки и современность. – 1999. – № 1. – С. 143-157

118. Ясперс К. Смысл и назначение истории. – М.: Политиздат, 1991. – 527 с.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

Аттрактор – предельное (финальное, конечное) состояние, к которому стремится система в процессе своей эволюции. Аттракторы бывают «простые» – точечные (стационарные состояния), «сложные» – предельный цикл, тор и «странные» – хаотичные.

Бифуркация – критическое состояние пороговой устойчивости системы, при котором открываются новые возможности направления ее эволюции (повышение уровня организации и степени устойчивости или дезорганизация и повышение степени хаотизации системы).

Вероятность – число способов, которыми может быть реализовано данное состояние системы.

Детерминизм – учение о всеобщей, закономерной связи, причинной обусловленности всех явлений.

Диссипативные структуры – структуры, возникающие в сильно неравновесных условиях в результате перехода от беспорядка к порядку, как новые динамические состояния, отражающие постоянные обменные процессы системы с окружающей средой.

Информация – сведения, совокупность каких-либо данных, знаний.

Катастрофа – скачкообразное, критическое изменение, возникающее в виде внезапного отклика (реакции) системы на плавное изменение внешних условий.

Когерентность – согласованное протекание (поведение) в пространстве и во времени нескольких процессов (подсистем в сложноорганизованных системах).

Нелинейность – способность системы к различным направлениям изменений (эволюции) из-за ее чувствительности к начальным условиям. Нелинейность характеризуется: неоднозначностью (стохастичностью) и диспропорциональностью причины (действия) и следствия (малые воздействия на систему могут приводить к значительным, несоразмерным результатам).

Неравновесность – состояние системы, выведенной из состояния равновесия (устойчивости, стабильности) и характеризующейся необратимостью последующего состояния.

Организация – внутренняя упорядоченность, согласованность, взаимодействие дифференцированных и автономных частей целого, обусловленные его строением.

Открытая система – система способная обмениваться с окружающей средой. Возможно это обмен веществом, энергией, информацией или теми и другими одновременно в различных сочетаниях.

Порядок – множество элементов любой природы, между которыми существуют устойчивые, регулярные взаимосвязи, повторяющиеся в пространстве и во времени.

Параметры порядка – величины (или, на языке физики, моды), если они подчиняют себе поведение системы.

Самоорганизация – спонтанное возникновение упорядоченных пространственно-временных и функциональных структур без специфического внешнего воздействия на систему.

Синергетика – междисциплинарная область научных исследований, целью которых является выявление общих закономерностей в процессах образования, устойчивости упорядоченных временных и пространственных структур в сложных неравновесных системах различной природы (физических, химических, биологических, экологических др.).

Система – совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность, единство.

Сложность – свойство систем, части которого можно рассматривать как отдельные «системы», объединенные в единое целое.

Случайность – событие, которое может при определенных условиях произойти (или не произойти) и для которого имеется определенная вероятность наступления.

Флуктуация – скачкообразное преобразование системы (синонимами термина флуктуация в различных областях науки являются – мутация, сальтация, фазовый переход и т.п.).

Хаос – состояние материи, которое остается по мере устранения возможности проявления ее свойств. Хаос – множество элементов, между которыми нет устойчивых, регулярных взаимосвязей.

Хаос динамический – состояние системы, при котором отсутствуют источники флуктуаций (возмущений), источники беспорядка. Особенностью динамического хаоса является динамическая неустойчивость, чувствительная зависимость от начальных условий, которая выражается в сильной экспоненциальной расходимости близких в начальный момент траекторий.

Хаотический режим – процесс, при котором расстояние между любыми двумя точками (состояниями), первоначально сколь угодно малое, экспоненциально возрастает со временем.

Эволюция – изменения систем, имеющих определенную направленность, порядок и закономерность. (В биологии, под эволюцией понимают необратимое историческое развитие живой природы, которое определяется изменчивостью, наследственностью и естественным отбором).

Энтропия – мера беспорядка (дезорганизации, хаотичности) термодинамической системы.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
Понятие «способа описания»	5
Синергетический подход к проблеме многовариантности и альтернативности исторического процесса	10
Социальное пространство и время	11
Роль параметров порядка в самоорганизующемся историческом процессе	13
Альтернативная история	19
Самоорганизация: многообразие и альтернативы путей эволюции	23
Альтернативы путей эволюции и принципы отбора	35
Альтернативы, бифуркации и выбор пути эволюции	47
Заключение	55
Библиография	56
Краткий словарь основных терминов	62

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Шевлоков Вячеслав Аманович

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СИСТЕМ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *М.П. Машукова*

Компьютерная верстка *Е.Х. Гергоковой*

Корректор *Е.Г. Скачкова*

Изд. лиц. Серия ИД 06202 от 01.11.2001.

В печать 11.08.2003. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Печать трафаретная. Бумага газетная. 3.72 усл.п.л. 4.0 уч.-изд.л.

Тираж 100 экз. Заказ № 3886.

Кабардино-Балкарский государственный университет.

360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.

Полиграфическое подразделение КБГУ.

360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.