

Государственная публичная научно-техническая библиотека
Сибирское отделение РАН

Серия «Экология»
Издается с 1989 г.
Выпуск 87

Ю.Г. Марков

ЭКОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИЯ: НОВЫЕ ИДЕИ

Аналитический обзор

Новосибирск, 2008

ББК 20.1

Марков, Ю. Г. Экология и информация: новые идеи = Environmental science and information: new ideas : аналит. обзор / Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния Рос. акад. наук. – Новосибирск : ГПНТБ СО РАН, 2008. – 163 с. – (Сер. Экология. Вып. 87).

ISBN 978-5-94560-143-7

Данный аналитический обзор новых идей, касающихся экологической парадигмы, затрагивает целый ряд различных дисциплин – физику, биологию, синергетику, философию. Главный фактор междисциплинарности обзора заключается в том, что в современной науке в различных ее разделах происходит интенсивный процесс формирования экологической парадигмы – особого взгляда на мир, в котором мы обязаны учитывать органическое единство объектов и окружающей их среды. Показывается, в частности, что в физике экологическая парадигма находит отражение в принципе Маха и особенностях квантовой механики. Рассматривается связь экологии и информации, во многих отношениях аналогичная единству пространства и времени. Изучена проблема механизмов эволюции, происходящей в живой природе и Вселенной в целом. В этой связи обозначена фундаментальная роль экологической парадигмы.

Обзор рассчитан на научных сотрудников, аспирантов, студентов и всех, интересующихся перспективами развития современной науки.

The analytical review describes new ideas dealing with environmental paradigms and includes a set of different disciplines – physics, biology, synergetics, philosophy. The main factor of the review interdisciplinary character infers from the intensive process of forming environmental paradigms in different directions of modern science. An environmental paradigm - is a special look at the world, in which we should take into account organic unity of objects and their environment. It is shown, in particular, that the environmental paradigm in physics reflects in the Max principle and peculiarities of quantum mechanics. The connection of environmental science and information, as analogue to the unity of time and space, is considered. Main evolution mechanisms in Nature and Universe are treated. And it is from this viewpoint that the pole of environmental paradigm is shown.

The review is for research worker, post-graduates, students and all those interested in the perspectives in modern science development.

Ответственный редактор д-р филос. наук, канд. физ.-мат. наук Б.О. Майер

Обзор подготовлен к печати д-ром пед. наук О.Л. Лаврик
канд. пед. наук Т.А. Калюжной
канд. пед. наук Л.Б. Шевченко
Г.С. Саловой

ISBN 978-5-94560-143-7

© Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук (ГПНТБ СО РАН), 2008

ВВЕДЕНИЕ

Обострение экологических проблем в современную эпоху в значительной степени объясняется тем, что применяемая модель развития человечества во многих отношениях дефектна, логически неполноценна. Общество формирует внутри себя так называемые прогрессивные изменения, практически игнорируя экологические требования развития. В своих социально-психологических конструкциях оно исходит из представления, что механизм общественной эволюции строится исключительно на внутренних исторических реалиях, когда будущее детерминруется особенностями сложившейся социальной системы и артефактами человеческой истории.

А между тем, в процессах изменения природы и общества важнейшую роль играют экологические и информационные основы бытия. Существует не только локальная по своей природе временная закономерность социального и научно-технического прогресса, во многом связанная с законом роста информации, но и экологическая обусловленность бытия вещей, носящая, в сущности, черты пространственной обусловленности существования. Все, что существует, существует в пространстве и времени. И об этом не следует забывать. Современный общественный прогресс во многом зависит от той системы представлений, который складывается в науке и научных исследованиях.

Если говорить о точных науках, формирующих свою концептуальную структуру на математических формулах, то нельзя не заметить концептуальной многозначности формальных моделей, даже если они подтверждаются эмпирическими данными. Теорию принято считать научной, если имеется группа фактов, которые ее подтверждают и которые могут ею предсказываться. Научная теория несет с собой определенные представления и мировоззренческие позиции об окружающем нас мире вещей. Представления эти считаются правильными (истинными) в той мере, в какой теория верифицируется фактами.

В качестве примера можно взять представления о пространстве и времени в форме четырехмерного разнообразия, которое вытекает из современного математического аппарата теории относительности (специальной и общей). Известно, что эта теория базируется на определенной группе фактов, и потому, по нашему мнению, может считаться вполне научной и истинной. А между тем, оказывается, что можно построить теории, несущие

в себе иное представление о мире и достаточно успешно верифицируемые той же группой фактов. В этой связи можно упомянуть книги В.Л. Янчилина и О.Н. Репченко (см. список литературы). Давая возможность вывести все знакомые нам формулы теории относительности, развиваемые в этих работах теоретические модели не являются теориями относительности. В истории науки мы знаем теорию Коперника, которая является контрардикторной по отношению к теории эпициклов Птолемея. И та, и другая теории способны объяснить одну и ту же группу наблюдаемых фактов, но содержат в себе противоположные представления – гелиоцентрическую и геоцентрическую картины мира.

Формулы теории, как и факты, могут интерпретироваться (истолковываться) различными способами. Выведенные в рамках теории формулы могут рассматривать как «теоретические события», смысл которых целиком определяется заложенными в теорию исходными принципами и положениями. Последние являются, по сути дела, предметом веры, с которой незримо связаны соответствующие теоретические представления, а также определенная смысловая нагрузка выводимых в теории математических формул. Эмпирические события (факты) и теоретические события (формулы, уравнения и т.д.) сами по себе безгласны. Язык, на котором они говорят, это язык веры.

В данной монографии была предпринята попытка показать, что целый ряд публикаций последних лет отдает дань экологической парадигме, предполагающей развитие современной науки в духе единства описываемых объектов и окружающей среды, включая космическую компоненту последней. А самое главное состоит в том, что экологический взгляд на вещи предполагает вскрыть, наконец, глобальную роль информации в эволюционных процессах, в понимании живого и явлений самоусложнения, в осмыслении единства экологии и информации, времени и пространства при установлении онтологического статуса существования вещей. Современная наука привыкла видеть это единство в рамках структурно-аналитической парадигмы, допускающей четырехмерное пространственно-временное многообразие как своеобразный символ «пустого вместилища», в который механически «погружена» Вселенная со всеми ее материально-вещественными компонентами. Это и есть один из предметов веры, утвердившийся с древних времен в эпистемологии и онтологии.

Переход к новой вере связан с экологической парадигмой. Последняя предполагает функциональный подход ко всякому предмету, олицетворяющий самым фактом своего существования экологические и информационные основы бытия. Первые две главы посвящены именно этой проблеме. Третья глава показывает возможные пути перестройки здания физической науки, а четвертая глава затрагивает сложности эволюционных представлений, в рамках которых функциональный подход идет на смену классическому дарвинизму и его современным модификациям в виде СТЭ (синтетическая теория эволюции).

Книга в определенном смысле проблемна, так как приходится использовать и интерпретировать новейшие публикации в области физики, биологии, экологии и информатики, не получившие пока широкого одобрения научного сообщества. Тем не менее, она может оказаться весьма полезной для широких научных кругов, особенно для аспирантов и студентов, осваивающих концептуальный каркас современной науки. Искренне пожелаем успеха нашим читателям.

Глава 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЫТИЯ

1.1. Отношения «объект-среда»

Экологические основы бытия вещей (или объектов) материальной действительности строятся на отношениях «объект-среда». Отношения эти универсальны, и потому к ним приложим не только язык конкретной науки, такой, например, как биология, но и язык философии. В самом деле, качественная определенность любой вещи (объекта), выделяющая ее из материального мира, делающая ее отдельной вещью с относительно независимым и устойчивым существованием [102], была бы безнадежно утрачена, если бы не было этого мира других вещей, в совокупности образующих среду существования данной вещи. Иными словами, качественная определенность вещи (объекта) обнаруживается не иначе как в отношениях «объект-среда». Что можно было бы сказать об объекте, если бы он был единственным в мире? Ведь, как известно, все познается в сравнении. В этой житейской мудрости как раз и нашли отражение логика и философия бытия, принцип единства объекта и среды. Смысл этого принципа прост: существование объекта предполагает наличие среды или, другими словами, среда есть необходимое и достаточное условие существования объекта.

Со времен Э. Геккеля (1834–1919) отношение «объект-среда» вошло в арсенал научного исследования, обусловив рождение новой дисциплины – экологии. Датой ее рождения считается 1866 г., когда вышла в свет известная книга Геккеля «Всеобщая морфология организмов». Дисциплина эта возникла в недрах биологии и потому отношение «объект-среда» было редуцировано к отношению «организм-среда обитания».

В биоэкологии среда обитания определяется как часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует [110]. Н.Ф. Реймерс включает в понятие среды все тела и явления (природные и антропогенные), с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях [3].

Как это ни покажется странным, биологи обычно не подчеркивают жизнеобеспечивающий характер среды. Считается, что проблема жизнеобеспечения решается в процессе приспособления организма к среде, где организму отводится активная роль, а среда выступает не более чем индифферентным внешним окружением. Организм может погибнуть, оставив среду неизменной.

И вот тут то обнаруживается вдруг логическое противоречие с ранее введенным определением среды. Ведь если среда определяется набором тех и только тех вещей и факторов, с которыми взаимодействует организм, то с исчезновением организма исчезает и соответствующий статус выделенных вещей и факторов. В этом смысле среда тоже исчезает. Кстати сказать, именно на этой почве возникли и развились в свое время различные философские системы релятивистского и субъективистского толка. Вспомним хотя бы субъективный идеализм Дж. Беркли и Д. Юма, где существование мира ставилось в зависимость от его отношения к человеку, к нашим органам чувств. С исчезновением человека исчезает весь мир. Нетрудно видеть, что здесь происходит смешение (отождествление) материальной действительности, включая физический мир вещей, с понятием окружающей человека среды.

Конечно, уже в рамках простого здравого смысла представляется очевидным, что с исчезновением любого конкретного объекта, в том числе и человека, не исчезает и не может исчезнуть остальной мир вещей, не исчезнет как таковое физическое окружение объекта. Но о нем здесь и не идет речь. Речь идет именно о средах, определяемых через отношения объекта с внешним миром, поскольку для нас важны именно свойства этих отношений. Поэтому исчезновение среды надо понимать прежде всего как исчезновение этих отношений.

Для нас сейчас важно понять одно: не бывает среды вообще, бывает лишь среда того или иного объекта, организма. Для разных организмов она будет разной. Более того, она будет разной даже для одного и того же организма, изменяющего свои функциональные возможности в процессе развития и старения. То, что мы называем приспособлением, является, в действительности (если мы будем строго придерживаться введенного нами определения среды как условий существования организма), процессом формирования более благоприятной среды обитания. Животное, которое научилось самостоятельно искать себе корм, уже тем самым изменит среду своего обитания и постольку обретет способность к выживанию.

Человек, хотя и является биологическим существом, своими действиями резко усложняет свою среду обитания: она становится социоприродной. Домашние животные, которые живут рядом с человеком, имеют тем не менее существенно иную среду обитания, чем человек. Совершенно различными будут условия (среды) жизни у детей и их родителей, даже если они проживают в одной квартире. Общее положение, очевидно, таково: каждый организм или, скажем шире, каждый объект имеет свою собственную среду. И этих сред так же много, как и объектов.

Таким образом, можно констатировать, что отношение «объект-среда» обладает своеобразным свойством симметрии, логического равноправия понятий объекта и среды. Это равноправие немедленно ведет к явлению функциональной замкнутости. Последняя выражается в том, что реакция (или отклик) объекта на внешние стимулы (факторы) в свою очередь из-

меняет состояние его среды, а измененная таким образом среда становится источником новых стимулов. Если пространство стимулов (факторов среды) обозначить через X , а пространство реакций объекта – через Y , то характер функционирования объекта можно будет описать отображением $f: X \rightarrow Y$, а характер изменений среды, связанных с действиями организма – отображением $\varphi: Y \rightarrow X$. Явление функциональной замкнутости состоит в том, что $\varphi f: X \rightarrow X$ и $f\varphi: Y \rightarrow Y$, где символами φf и $f\varphi$ обозначены соответствующие последовательности отображений. При этом среда φ , как легко видеть, выполняет функцию обратной связи по отношению к объекту f , и наоборот.

Функциональная замкнутость или, если угодно, функциональное единство объекта и среды, конечно же, несовместимо с традиционным представлением о среде как индифферентном внешнем окружении. В особенностях связи объекта и среды заключаются качественные особенности самого объекта, его свойства.

Биологи раньше, чем кто-либо, почувствовали некорректность сложившихся представлений о среде. И нет поэтому ничего удивительного в том, что при описании условий существования биологических объектов (например, видов) они часто в тех случаях, когда приходится характеризовать отношение «объект-среда», используют понятие экологической ниши. Необходимость обращения к этому понятию появилась, по сути дела, с тех самых пор, как биологи стали интересоваться проблемами взаимоотношений живых организмов со средой их обитания. Уже Э. Геккель, которого принято считать основоположником экологии как науки, близко подходил к представлению об экологической нише, когда обратил внимание на то, что ни один вид не может обитать повсеместно, а лишь в определенных районах, где существуют необходимые условия существования [68].

Сам термин «ниша» был впервые введен в оборот Р. Джонсоном в 1910 г. и получил широкое распространение в экологической литературе после публикации в 1917 г. работы Дж. Гриннела об условиях обитания калифорнийского пересмешника. Тем не менее довольно длительное время разные авторы по разному использовали этот термин. И лишь во второй половине XX в., когда функциональный подход в экологии был осознан и освоен на уровне формализованных описаний, появилось представление об экологической нише как части пространства экологических факторов, ограниченной пределами толерантности [97]. Это легко пояснить, используя примененный ранее способ описания отношений «объект-среда» с помощью отображений f и φ . То, что называют в современной экологии пространством экологических факторов (или экологическим пространством), фактически совпадает с определенным выше пространством стимулов X . Тогда экологической нишей можно было бы назвать просто область определения функции $f(x)$, где $x \in X$. В самом деле, вне этой области значения $f(x)$ не определены. И это означает, что объект прекращает свое функционирование (перестает существовать). Надо сказать, что в биологии приме-

няется множество различных подходов к определению понятия экологической ниши [93, гл. XI], но для нас это сейчас не принципиально.

Понятие экологической ниши появилось в биологии, но оно, как видно из только что приведенного определения, может быть распространено и на небиологические объекты, в частности, на социальные, географические, геологические и физические системы. Во всех случаях объект, вытолкнутый из своей экологической ниши, перестанет функционировать в своем прежнем качестве, после чего наступает его качественная трансформация. Переход в новое качество дает и новый объект, у которого будет уже иная экологическая ниша. Можно сказать, таким образом, что экологическая ниша – это область пространства X , в котором сохраняется качество рассматриваемого объекта.

Объект способен к самосохранению, если его реакция y на стимулы $x \in X$ всякий раз такова, что значения $\varphi(y)$ остаются в границах экологической ниши. В этом случае можно говорить, следуя биологической терминологии, об «адаптации» объекта к данной среде. Нарушение адаптации может произойти по независящим от объекта причинам, если значения идущих от среды стимулов (в силу изменения состояния среды) окажутся за пределами экологической ниши. Такое изменение может быть как закономерным, так и чисто случайным.

Итак, философский тезис о том, что вещи существуют не иначе, как через их отношения с другими вещами, оказывается базовым положением для исследования отношений «объект-среда». Фундаментальный характер этих отношений представляется несомненным. Понятие среды поднимается до уровня философской категории. В самом деле, трактовка среды как совокупности условий существования вещей, правомерность которой мы старались показать выше, обладает необходимыми чертами всеобщности, поскольку речь идет о вещах как материальных объектах любой природы. Описание отношений «объект-среда» парой отображений

$$f: X \rightarrow Y, \varphi: Y \rightarrow X, \quad (1.1)$$

лишь подчеркивает самый высокий статус общности этого описания, при котором становится неважной природа объекта.

Хотя применяемая нами формализация носит не более, чем иллюстративный характер, мы благодаря ей убеждаемся в возможности обобщенной трактовки, в частности, и такого понятия как экологическая ниша, которое прежде казалось неотъемлемой и исключительной принадлежностью биологической науки. Экологическая ниша оказалась понятием весьма близким к философской категории меры, поскольку задает границы существования качества.

Отсюда, кстати говоря, следует, что характерная для материальной вещи (объекта) устойчивость существования делается возможной именно в системе отношений «объект-среда» и может быть конкретно объяснена

наличием экологической ниши. В самом деле, при сжатии экологической ниши существование нашей материальной вещи становится, если можно так выразиться, все менее возможным. Иными словами, такие вещи становятся относительно более редкими и полностью исчезают (становятся невозможными), если их экологическая ниша вырождается до пустого множества. Здесь, как легко видеть, мы вступаем в сферу действия философских категорий возможности и действительности, но, кроме того, узнаем, почему в мире разные вещи имеют различную степень распространения.

1.2. Экосистемы

Путь к понятию экосистемы был достаточно долгим и трудным. Логическим началом этого процесса можно считать появление в науке идеи о невозможности существования живых организмов вне окружающей среды. В наиболее отчетливом виде эта идея формулировалась в работах и лекциях профессора Московского университета К.Ф. Рулье. Так например, в 1852 г. он выступил с публичной лекцией, которой дал название «Жизнь животных по отношению к внешним условиям».

Глубокие соображения о единстве организмов и среды высказывал в своих лекциях в 1861 г. русский ученый-естествоиспытатель И.М. Сеченов. В частности, он писал, что «организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен, поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него. Так как без последней существование организма невозможно, то споры о том, что в жизни важнее – среда или само тело, не имеет ни малейшего смысла» (цит. по работе [88]).

Затем биологи установили, что не только отдельные организмы, но также виды, популяции и целые сообщества (биоценозы) существуют лишь постольку, поскольку имеется окружающая среда, способная своими ресурсами поддерживать это существование. Материальным содержанием отношений между живыми системами и окружающей средой выступает обмен веществ, обеспечивающий противодействие процессам нарастания энтропии в системе, устойчивость существования. В этом состоит одно из важных проявлений жизни. Экологический подход нацеливает на исследование обменных процессов между живыми системами и окружающей средой, на вскрытие механизмов жизнедеятельности и жизнеобеспечения систем. Экология приучает видеть в окружающей среде не просто «внешний фон», вместилище живых систем, но источник, фактор детерминации, причину их существования.

В 1926 г. В.И. Вернадским было создано учение о биосфере, в котором понятие биосферы, введенное как бы мимоходом в 1873 г. австрийским геологом Эдвардом Зюссом [137], обрело новое дыхание. По Вернадскому, «пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жиз-

ни» [16]. В пределах этого поля каждый организм может существовать только при условии постоянной тесной связи с другими организмами и неживой природой, так что «можно говорить о всей жизни, о всем живом веществе как о едином целом в механизме биосферы» [16, с. 22]. Вот этот принцип целостности биосферы, обеспечиваемый совокупностью происходящих в ней круговоротов, является прямым указанием на то, что в явлении биосферы мы видим не просто область распространения живого, а обнаруживаем некое системное образование. Иными словами, биосфера есть область системного взаимодействия живого и косного вещества на планете, и, следовательно, представляет собой глобальную (планетарную) экосистему.

Однако сам термин «экосистема» появился лишь в 1935 г., когда выяснилось, что в природе могут существовать также территориально замкнутые, относительно автономные, обладающие свойством целостности сообщества растений и животных, единство которых обеспечивается локальными геохимическими круговоротами. Термин был введен в употребление английским геоботаником А. Тэнсли в известной, ставшей теперь классической статье «Правильное и неправильное использование концепций и терминов в экологии растений». Указывая на системный характер единства биологических сообществ с абиотической средой, А. Тэнсли подчеркивал, что именно «внутри каждой такой системы происходит взаимообмен самого различного рода, не только между организмами, но и между органическими и неорганическими компонентами. Эти «экосистемы», как мы можем их называть, бывают самых разных типов и размеров. Они образуют одну категорию среди многообразия физических систем вселенной, простирающейся от вселенной в целом вниз до атома» (цит. по работе [97]).

Экосистемой можно называть любую совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ [110]. В более развернутом виде определение экосистемы можно найти у Ю. Одума: «Любое единство, включающее все организмы (т.е. «сообщество») на данном участке и взаимодействующее с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенную трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ (т.е. обмен веществами между биотической и абиотической частями) внутри системы, представляет собой экологическую систему, или экосистему» [71].

Любая экосистема представляет собой исключительно сложное образование. Достаточно сказать, что каждый входящий в нее организм, популяция или сообщество функционирует во взаимодействии со своей собственной средой обитания, имеет свою собственную экологическую нишу, и, вместе с тем, включен в более широкую функциональную систему, которая связана со всей биосферой и тоже имеет свою экологическую нишу. Таким образом, экосистема представляет собой иерархическую структуру объектов различной сложности (и соответствующих им сред), через которую проходит поток энергии, поддерживающий жизнь на каждом из уров-

ней системной иерархии. Движение различных веществ в экосистеме имеет характер круговорота.

Общим источником энергии для экосистем является солнечное излучение. Световая энергия фиксируется в экосистеме благодаря сложному процессу фотосинтеза, происходящему в растениях (продуцентах). Растительный покров в зависимости от его состава поглощает от 1 до 10% поступающей на Землю солнечной энергии. При этом коэффициент полезного действия фотосинтеза составляет от 2 до 12%. В.Ф. Крапивин и К.Я. Кондратьев полагают, что именно в этих цифрах заложены секреты устойчивости и эффективности биосферы [49]. Благодаря фотосинтезу в экосистеме формируется первичная продукция, значительная часть которой (40–70%) расходуется на поддержание жизнедеятельности (т.е. процессов метаболизма) самих растений. Это так называемые траты на дыхание. Оставшаяся часть, именуемая чистой первичной продукцией, обеспечивает прирост растительной биомассы и, включаясь далее в трофические цепи, идет на пополнение массы гетеротрофных организмов.

В большинстве наземных экосистем соблюдаются следующие правила (так называемые правила пирамиды). При переходе с более низкого трофического уровня на более высокий количество биомассы, создаваемой в единицу времени (продуктивность), падает. Соответственно падает и величина биомассы. А именно, суммарная масса растений оказывается больше, чем масса фитофагов и травоядных, а масса последних, в свою очередь, превышает массу всех хищников. По последним оценкам живое вещество суши имеет суммарную массу 10^3 – 10^4 млрд т. При этом биомасса лесов составляет 10^2 – 10^3 млрд т. [132]. Известно также еще одно правило пирамиды, подмеченное в свое время Ч. Элтоном (1927 г.): общее число особей при переходе на более высокие трофические уровни уменьшается.

Все перечисленные правила пирамиды фактически являются следствием более общего правила, состоящего в том, что по мере прохождения энергетического потока через последовательность трофических уровней к вершине пирамиды наблюдается его ступенчатое (скачкообразное) уменьшение – правило Р.Л. Линдемана. Коэффициент ассимиляции энергии при переходе от одного трофического уровня к соседнему (более высокому) равен приблизительно 10%. Сам Линдеман считал это проявлением законов термодинамики в экосистемах.

Потери энергии в трофических цепях действительно имеют место. Однако при этом надо иметь в виду, что организмы, занимающие более высокое положение в трофической пирамиде экосистемы, вынуждены затрачивать на поддержание своей жизнедеятельности (на дыхание) гораздо больше энергии, чем организмы низких уровней, в силу более сложной своей организационной структуры. Напомним: чем сложнее организм, тем сложнее его среда обитания. Тем более интенсивными должны быть метаболические процессы, тем большие энергетические затраты нужны на поддержание этих процессов.

Объединение живых организмов в экосистемы – важное условие появления в биосфере более высокоорганизованных видов. Эти виды обычно размещаются на более высоких энергетических уровнях (как электроны в атомах) и характеризуются более интенсивным обменом веществ с окружающей средой. Есть основания полагать, что пирамидальная конструкция экосистем – свидетельство эволюционной динамики биосферы.

Усложнение отношений «объект-среда» подчиняется принципу соответствия между объектом и средой по уровню их сложности. Чем сложнее объект, тем сложнее его среда. При этом экосистемы стремятся к максимизации их видового разнообразия. Таким путем формирующее экосистему биологическое сообщество достигает не просто состояния адаптации к окружающей среде, но и максимальной защищенности от возможных нарушений среды. Иными словами, оно становится менее чувствительным к изменениям среды или, как предпочитают говорить биологи, более устойчивым.

Процесс эволюции экосистемы к наиболее устойчивому состоянию называется сукцессией. В силу вышеупомянутого принципа соответствия между объектом и средой по уровню их сложности сукцессия одновременно выступает как процесс эволюции среды до тех пор, пока не наступает сбалансированность межвидовых отношений внутри экосистемного сообщества с окружающей средой. Такое сообщество называется климаксным. Состояние сбалансированности характеризуется тем, что фиксированная в экосистеме энергия уравнивается затратами энергии, направленными на поддержание экосистемы (тотальным дыханием сообщества). Иными словами, отношение продуктивности к дыханию сообщества стремится к единице, оставаясь больше единицы на всех предыдущих стадиях сукцессии.

Как считает Ю.Р. Одум, сукцессия экосистем в стратегическом плане совпадает с тенденциями биосферной эволюции [70]. Такая мысль представляется естественной, если принять, что биосфера – это глобальная (планетарная) экосистема, и ее эволюция может трактоваться как сукцессия, осуществляемая в масштабах планетарного сообщества живых организмов.

Очевидно, что биосфера, как и всякая экосистема, стремится к формированию климаксного сообщества. Однако привести в состояние равновесия столь огромную экосистему далеко не просто. Геофизические и космические флуктуации окружающей среды оказываются вполне достаточными для стимуляции значительных локальных подвижек внутри биосферы. Неудивительно, что энергетические потоки в биосфере, как показал В.Г. Горшков, на 99% затрачиваются на стабилизацию внутренней среды [25]. Это можно рассматривать как признак того, что экологическая ниша планетарной экосистемы как целого, в действительности, чрезвычайно узка. Такая чрезвычайная узость допустимых для существования жизни пределов изменения условий окружающей среды привела даже к выдвигению гипотезы Гейи [133], согласно которой изменения этих условий за геологические периоды времени порядка миллионов лет каким-то

образом контролируются живыми организмами. Однако в рамках этой гипотезы не было предложено соответствующих механизмов биологической регуляции окружающей среды. В.Г. Горшков и К.Я. Кондратьев [24] предположили в этой связи исследовать известный принцип Ле Шателье, согласно которому случайные геофизические и космические возмущения окружающей среды компенсируются путем соответствующих изменений функционирования биологических сообществ. В частности, именно в результате такого функционирования поддерживается на постоянном уровне в течение многих тысячелетий концентрация биологически активных веществ (биоенов) в природе. Такого постоянства не может быть, если принять, что производство биоенов на Земле обеспечивается за счет геофизических процессов. Совокупность строго определенных, тесно взаимодействующих между собой организмов биосферы, способных обеспечивать выполнение принципа Ле Шателье, была отобрана в течение миллиардов лет биологической эволюции. Именно эти организмы совместно с поддерживаемой ими окружающей средой и составляют глобальную экосистему Земли.

Таким образом, есть основания думать, что в природе по мере усложнения экосистем происходит сужение их экологической ниши, но усиливаются регуляторные функции. И наоборот, чем проще экосистема или организм, тем более широкой является их экологическая ниша: иначе выживание организма было бы невозможным.

Как известно, наибольшей способностью к выживанию обладают различные микроорганизмы – бактерии, вирусы. Эти микроорганизмы повсюду. Их существование не исключается даже на других планетах Солнечной системы. Мир бактерий поистине неисчерпаем. До сих пор биологи открывают все новые и новые виды бактерий. К примеру, недавно были обнаружены так называемые «каменные нанобактерии», имеющие размеры 0,2–0,5 микрон. Официальной датой их открытия можно считать 1990 г., когда Роберт Фольк впервые обнаружил одну из разновидностей таких микроорганизмов вблизи источников минеральной воды среди минералов скальных пород [126]. Как считают Г.В. Смирнов и Д.Г. Смирнов, феномен нанобактерий – «это новый, неизвестный ранее экологический фактор, который по степени, широте и опасности воздействия на организм человека и животных следует отнести к важным экологическим проблемам современности» [87].

Что касается неживых (физических) объектов, то для них экологическая ниша (если ее понимать так, как сказано в предыдущем параграфе) будет еще более широкой, чем у простейших организмов. Соответственно эти объекты будут обладать более высокой степенью «выживаемости» и малой способностью к саморегуляции, хотя принцип Ле Шателье применим, как известно, и к физическим системам.

Любая экосистема выступает в роли среды по отношению к входящим в нее организмам. И поскольку более сложному организму соответствует и более сложная среда его обитания, можно ожидать, что сложность экоси-

стем определяет максимальный уровень сложности входящих в нее организмов. То, что в глобальной экосистеме – биосфере Земли сформировался вид *Homo Sapiens*, является, несомненно, показателем высокого уровня сложности биосферы. Однако дальнейшая судьба человека, который в ходе научно-технической и производственно-экономической деятельности усложняет свою социальную среду ценой изменения и упрощения биосферы, представляется во многих отношениях проблематичной.

1.3. Природа и общество

Человек как высший продукт биосферы, сопоставимый с ней по уровню своей организационной сложности, либо должен был стать венцом эволюции и ее конечной точкой, либо, включившись в процесс эволюции, внести в биосферу нечто принципиально новое, несвойственные ей элементы и черты, положившие начало социогенезу. Как и следовало ожидать, произошло последнее.

С появлением земледелия и скотоводства экологическая ниша *Homo Sapiens* обрела устойчивую тенденцию к расширению. Факт такого рода невозможно уложить в рамки биологической экологии. Человек оказался способным жить практически всюду на поверхности нашей планеты. Возможность управления своей собственной экологической нишей воспринималась как знак постепенного освобождения от требований естественной среды, от слепого диктата природных стихий и сил. Высший продукт планетарной экосистемы – человек в ходе дальнейшей эволюции мог быть только преобразователем этой экосистемы, и он таковым стал.

В человеческом сознании исподволь формировалось стремление быть во всех отношениях независимым от природы, господствовать над ней. Установка эта в ходе индустриализации стала своеобразным символом и целью технического прогресса, тем знаменем, под которым шло развитие человеческой цивилизации. В свое время Ж. Бюффон (1707–1788) – один из основоположников учения о развитии природы и органического мира, известный как автор космогонической гипотезы о происхождении Земли от Солнца в результате столкновения его с кометой – писал: «Как отвратительна эта дикая умирающая природа! Это я, только я один могу сделать ее приятной и живой: осушим эти болота, оживим эти мертвые воды, заставим их течь, сделаем из них ручьи, каналы... Как прекрасна эта культурная природа!» [4]. Это восторженное восприятие начавшейся первой промышленной революции осталось характерной чертой европейской культуры последующих двух веков. В лоне этой культуры как раз и сформировались предпосылки разразившегося в настоящее время экологического кризиса, имеющего достаточно оснований считаться глобальным (подробнее об этом см. [56]).

Преодоление кризисной ситуации предполагает отказ от идеалов потребительства, ставших двигателем мотивом неограниченного про-

мышленного роста и одновременно показателем убожества человека, решившего принять эти идеалы в общую структуру своих ценностных ориентиров.

В целом это понимают и на Западе. Как пишут авторы одного из докладов Римскому клубу А. Кинг и Б. Шнайдер, «усилия по созданию устойчивого мирового сообщества и экономики требуют постепенного отказа от расточительного стиля жизни в промышленно развитых странах за счет более медленных темпов роста потребления, хотя в любом случае это придется сделать в связи со сложившейся экологической ситуацией» [43].

Однако главные надежды западных социологов, политологов и общественных деятелей все же связываются с традиционной рыночной системой, в которую они считают возможным внести нравственные начала и законодательное регулирование деятельности рыночных сил. По их мнению, это создаст благоприятные условия для развития экономики и гуманизации общества в целом. Вместе с тем, они осознают, что подобная реконструкция западной цивилизации потребует не менее грандиозной реконструкции в самой системе власти, представляющей прежде всего интересы могущественных олигархических слоев мирового сообщества. «Подобно сдвигу тектонических плит перед землетрясением, надвигается одно из уникальнейших событий в мировой истории – революция самой сущности власти», – пишет в этой связи известный американский футуролог Э. Тоффлер [139]. Произойдет ли такая революция, сегодня сказать трудно. Мировая история может придумать иные ходы, которые станут неожиданностью даже для футурологов. Но несомненно одно: человечество обязано будет пересмотреть сложившуюся систему ценностей с учетом своей особой роли в планетарной экосистеме.

Уникальность человеческой популяции заключается прежде всего в том, что она в отличие от любых других биологических сообществ, способна к управлению своей экологической нишей, внося в природную среду абиогенные элементы. Внедряясь в природные экосистемы, человеческая популяция не включается в биологические отношения, но деформирует эти отношения, ломает механизм биотических круговоротов, делает невозможным существование иных популяций и видов. В результате повсеместно происходит сокращение продуктивности и биоразнообразия экосистем. Достаточно сказать, что в связи с расчисткой дождевых тропических лесов ежегодно теряются тысячи видов растений и животных [57]. При этом площадь тропических лесов ежегодно сокращается на 10–20 млн га [136]. Только в Бразилии в 1988 г. за 3 месяца было вырублено 25 млн га амазонских лесов [63]. В лесах Европы в настоящее время сохранилось всего лишь 50% грибов от их прежнего разнообразия [67]. Экосистема Земли под воздействием человеческой деятельности сжимается подобно шагреновой коже. За несколько столетий интенсивного промышленного роста *Homo Sapiens* (человек разумный) так и не осознал неразумности своих действий.

В рамках биосферы человек, получив от природы особый дар творить и непрерывно наращивать свои технические и энергетические возможности, остался в значительной степени безжалостным потребителем органических и территориальных ресурсов биосферы. Потребляя живое вещество биосферы, человек вносит в биосферу, вытесняя ее, неживое вещество техносферы. Хотя человек является частью биосферы, он здесь явно нарушает действующее в ней общее правило: делать всякую жизнь способом расширенного воспроизводства жизни. Человек с его огромными возможностями своей деятельностью способствует росту энтропии в биосфере – ситуация парадоксальная. Это означает, что организационные принципы социума находятся в противоречии с организационными принципами биосферы.

Выступая экологической основой общественного бытия в историческом контексте, биосфера вынуждена будет (в ходе своего упрощения) наложить запрет на дальнейшее существование человеческой цивилизации – сработает принцип соответствия между объектом и средой по степени их сложности. Выход из этой противоречивой ситуации заключается в том, чтобы подчиниться общему правилу, которое в данном случае сводится к требованию: общественная жизнь должна быть организована так, чтобы стать способом расширенного воспроизводства жизни в биосфере.

Видимо, осознавая в полной мере этот экологический императив, В.И. Вернадский всерьез размышлял об автотрофной миссии человечества на Земле. На первый взгляд такой ход мысли кажется весьма странным. Ведь это означает уподобить будущее человечество миру растений. Тем не менее, В.И. Вернадский в 1925 г. рискнул сделать доклад на эту тему парижскому научному сообществу. В том же году доклад был опубликован под названием «Автотрофность человечества».

Данное словосочетание таит в себе глубокий смысл. Дело в том, что растения, являясь автотрофами, выполняют в рамках биосферы, особую роль, которая по своей значимости и сложности, превосходит функциональные возможности высокоорганизованных гетеротрофов (консументов). Именно растения обладают удивительной способностью осуществлять трансформацию косного вещества планеты в живую органику, готовить живую материю из неживой. Ни одно животное не способно делать такое чудо. Растения «умеют» переходить ту таинственную грань, которая отделяет живое от неживого, и перед которой пасует вся мощь человеческого интеллекта.

В.И. Вернадский полагал, что в будущем наука откроет человеку тайну производства живой материи, и человечество выполнит, наконец, свой долг перед биосферой, придаст происходящим в ней процессам негэнтропийную направленность. Сама возможность абиогенного синтеза органических соединений не вызывает сомнений по крайней мере с того времени, когда Ф. Велер впервые в 1828 г. синтезировал мочевины и показал, что органические соединения не обязательно должны иметь «органическое

происхождение». По мнению В.П. Казначеева, написавшего в свое время этюды о научном творчестве В.И. Вернадского, «глубина и значение для науки предвидения, связанного с концепцией автотрофности, колоссальны» [38]. Однако как он сам полагает, «автотрофность будет входить в исторический процесс медленно», поскольку связанные с этим перемены в жизни человечества будут весьма радикальны.

Возникшая таким путем сфера разума (ноосфера) не отменяет биосферы, а является ее новым состоянием. Пока что идет концептуальная отработка общих принципов и черт ноосферной цивилизации (см., например, работы [90, 96]). Контуры этой цивилизации остаются весьма расплывчатыми. Тем не менее, переход к ноосфере многим представляется закономерным. «Точно так же, как раньше, живое вещество планеты сформировало своей жизнедеятельностью биосферу, человеческому обществу суждено продолжить эту закономерность и стать фактором, организующим новую планетную оболочку – ноосферу как специфическую природную среду своего развития» [22].

Но чтобы это могло произойти, все же важны некоторые условия, в частности, Коллективный Интеллект и воля человечества, объединенные общими целями. По мнению Н.Н. Моисеева, человечеству необходимо стать единой социальной системой – Обществом, в котором «Коллективный Интеллект будет играть такую же роль в общественном организме, какую индивидуальный разум играет в организме человека. Коллективный Интеллект человечества должен помогать Обществу справляться с трудностями обеспечения гомеостаза человечества, формировать и сохранять единство Общества с биосферой» [61].

К сожалению, в реальной действительности тенденции к формированию единой мировой системы оказываются не столько обнадеживающими, сколько пугающими, поскольку не имеют под собой объективных экологических оснований. Основа наблюдаемых ныне процессов глобализации и формирования Нового мирового порядка сугубо политическая – добиться прочного господства олигархической верхушки, представленной мировой финансовой элитой и транснациональными корпорациями (ТНК), над остальным человечеством. В планы Нового мирового порядка входит предоставление особого международно-правового статуса поддерживающему это господство так называемому «золотому миллиарду», благополучие которого предполагается достичь за счет деградации и депопуляции подавляющего большинства населения Земли. Ныне «золотой миллиард» (развитые страны) распоряжается почти 85% мирового продукта, на него приходится 84% мировой торговли и 85% финансовых накоплений. Разрыв между 20% наиболее богатого населения Земли и 20% беднейшего непрерывно растет (30 : 1 в 1960 г., 60 : 1 в 1990 г. и 100 : 1 – к концу 2000 г.) [91].

Можно не сомневаться, что сформируется надлежащий «Коллективный Интеллект» (под эгидой Мирового правительства), который будет разрабатывать соответствующие программы поддержки Нового мирового

порядка. Не исключено, что этот последний будет преподнесен в средствах массовой информации и образовательных программах как закономерный итог перехода биосферы в новое состояние – ноосферу.

Взаимодействие общества и природы во многом отличается от взаимодействия биологических сообществ с окружающей средой. Если в экосистемах доминирующим фактором в процессе эволюции выступает среда, то в системе «общество-природа» доминирующим фактором в историческом процессе выступает общество с соответствующими ценностными установками и программами. Закон роста информации – единственный закон, которому подчинены отношения «объект-среда» [55]. Только в биологических сообществах доминирующей является информация в связанном состоянии (генетическая информация), а в общественных системах – информация в свободном состоянии (информация на иных, чаще всего искусственных, носителях). Экологической основой общественного бытия является та среда, которая формируется в процессе хозяйственной и духовной жизни общества. Последняя включает в себя прежде всего науку, искусство, определенный тип мировоззрения, мораль. Непрерывный рост духовно-нравственной составляющей в жизни общества является генеральным признаком социальной эволюции и того, что мы называем прогрессом.

Нельзя не признать, что в ходе эволюции человек оказывается погруженным в искусственный мир. Выходя из равновесного состояния с живой природой, человек, в сущности, перестает быть частью биологического мира. В этой связи один из ведущих современных геохимиков Э.М. Галимов пишет: «Подобно созревшему плоду, человек отрывается от древа жизни. Он более не питается ее соками. Он отчуждается от жизни с ее законами эволюции. Ни одно живое существо не может выжить вне живой природы. Кроме человека. Он может уничтожить все живое и продолжать существовать» [20]. Эта ужасная картина, нарисованная Э.М. Галимовым, есть один из возможных вариантов автотрофного существования человечества. Однако такой сценарий развития человека выходит за рамки того, что мы понимаем под социальным прогрессом. Здесь человек теряет все человеческое, становится частью созданного им искусственного мира, частью техносферы, но никак не ноосферы.

Переход к автотрофному существованию человеческого общества (если даже это когда-либо произойдет) вовсе не будет означать, что человек сможет жить в мире, лишенном какой-либо иной жизни, что он сможет обходиться без тех, чаще всего незримых, благ, которые ему предоставляет биосфера. Напротив, последняя станет важнейшей составляющей психологического и эстетического комфорта, незаменимым источником удовлетворения духовных потребностей человека, для которого жизнь во всех ее формах и проявлениях станет главной ценностью и основным предметом забот.

Среда, которая формируется в процессе духовной жизни общества, это и есть окруженная постоянной заботой человека земная природа, наполненная жизнью и красотой, та самая «человеченная природа», которую

определяют термином ноосфера. Известное изречение Ф.М. Достоевского о том, что красота спасет мир, можно и нужно понимать, как утверждение о ведущей роли духовных ценностей в том земном мире будущего, который благодаря этому обретет спасение.

1.4. Обусловленность бытия вещей: экологическая и историческая

Функциональное единство объекта f любой природы (социальной, биологической, химической или физической) с окружающей средой ϕ , при котором происходят обменные процессы по схеме $f: X \rightarrow Y, \phi: Y \rightarrow X$, поддерживающие существование (бытие) объекта, дает нам право говорить об экологической системе (экосистеме) независимо от того, является ли наш объект живым существом или нет.

Обобщенная трактовка понятия экосистемы важна для того, чтобы лишний раз подчеркнуть простую мысль: существование любого объекта и, следовательно, всех его свойств имеет своей причиной взаимодействие этого объекта с окружающей средой, и что живая природа в этом смысле не столь уж оригинальна. Предлагаемое обобщение будет полезно при обзоре новейших тенденций развития научных идей в области физики, которые можно было бы трактовать как появление в этой науке фактически новой (экологической) парадигмы. Более подробно речь об этом пойдет в главе 3.

Однако уже сейчас мы вынуждены прибегнуть к обобщенной трактовке понятия экосистемы, чтобы выявить некоторые черты экологического подхода в науке, позволяющие говорить о фундаментальном, философско-методологическом характере этого подхода.

Прежде всего, возникает естественный вопрос: что мы можем найти общего в отношениях вещей (объектов) с окружающей их средой, если начнем перебирать все возможные экосистемы в рамках упомянутого обобщенного представления? Если принять во внимание, что свойства вещей возникают и обнаруживаются через отношения этих вещей с окружающей средой, то поставленный вопрос сводится к более простому: что мы можем найти общего у вещей, если будем рассматривать неограниченно растущий их ряд? Очевидно, что множество общих признаков будет неуклонно «таять» по мере того, как в этот ряд будут включаться вещи самой различной природы. В конечном счете, общим признаком между вещами останутся, скорее всего, протяженность и масса, а в отношениях вещей с окружающей средой – пространственные отношения и обуславливающие свойство массы гравитационные взаимодействия (связи) соответственно¹.

¹ Такая трактовка феномена массы рассматривается в главе 3 в связи с известным принципом Маха.

То, что пространственные отношения в результате последовательного абстрагирования от качественного разнообразия вещей остались в паре с гравитацией, не должно особенно удивлять. Это вполне согласуется с философскими представлениями о пространстве как форме существования материи, и одновременно исключает трактовку пространства как пустоты.

Таким образом, экологический аспект бытия вещей является аспектом их пространственного бытия во Вселенной. В конечном счете, существование любой вещи обусловлено тем, что она является частью нашей Вселенной, мира в целом.

Наряду с экологической обусловленностью вещей имеет место быть также их историческая (эволюционная) обусловленность. Иными словами, причины бытия вещей заключены не только в окружающей среде, но и в прошлой истории. Всякий объект существует, поскольку он сформировался в ходе определенных процессов. Описывая отношения интересующего нас объекта с прошлыми событиями и процессами, мы описываем исторические условия, породившие данный объект, интересуемся, как говорят в таких случаях, его генезисом. Например, существование гор мы объясняем тектоническими процессами в земной коре, имевшими место в геологической истории планеты. В биологии мы можем интересоваться происхождением видов и таким путем объяснить их нынешнее существование. Даже космические объекты могут быть предметом изучения с точки зрения естественной истории. Существует особая наука – космогония, которая занимается вопросами происхождения Солнечной системы, планет и других космических образований. Был бы законным также вопрос о происхождении (причинах существования) нашей Галактики и даже Метагалактики, т.е. всей системы галактик, находящихся в доступных для наблюдения пределах.

Таким образом, существуют два типа обусловленности бытия вещей: экологический и исторический. С первым, как уже говорилось, связан пространственный аспект существования объектов нашего мира, со вторым – временной аспект. Оба типа обусловленности логически равноправны. Лишь о Вселенной в целом мы не имеем логического права говорить как об объекте, существующим в пространстве и времени. Основанием для такого, несколько неожиданного, утверждения является неприемлемость для Вселенной как целого понятия внешней среды и принципиальное отсутствие выделенного момента, с которым мы могли бы связать начало ее истории: ведь Вселенная по определению включает в себя все сущее. Вместе с тем (как будет показано в главе 3) это вовсе не означает, что наша Вселенная должна представлять собой мир, олицетворяющий актуальную бесконечность.

Экологическая обусловленность (пространственный аспект бытия) предполагает непосредственную данность, наличность обуславливающих факторов и объектов. Историческая обусловленность (временной аспект бытия) – это обусловленность тем, чего уже нет, что осталось в прошлом.

Однако сам факт обусловленности прошлым свидетельствует о сохранении прошлого в настоящем, что можно трактовать как явление памяти в предельно широком смысле этого слова. Ведь память – это и есть связь с прошлым, «следы» прошлого в настоящем. Это то общее, что имеется между прошлым и настоящим. Можно сказать еще и так: прошлое есть фактор, некоторым образом ограничивающий разнообразие состояний объекта в настоящем. И в этом состоит явление памяти. С другой стороны, ограничение разнообразия можно трактовать как фактор, рождающий феномен информации. Сама же возможность разнообразия состояний объекта, как, впрочем, и всякого иного разнообразия, связана с принципиальной открытостью среды всякого объекта или системы. Конечная причина бытия всякой вещи заключена в бытии Вселенной, которая во всей своей неопределенности и сложности представляет собой некую универсальную «среду обитания» всякой вещи.

Таким образом, двойственный (пространственно-временной) характер бытия вещей проявляется через единство экологической и исторической обусловленности бытия. Причем в экологической обусловленности таится источник разнообразия вещей, которое можно измерить энтропией, а в исторической обусловленности таится фактор ограничения этого разнообразия, которое можно измерять информацией.

Ограничение разнообразия (упорядоченность), связанное с ограничением числа степеней свободы в различного рода системах, обычно обнаруживает себя в существовании стабильных пространственных структур. В неживой природе это, например, кристаллические структуры. В мире живых систем это молекулярные структуры типа ДНК и РНК. В социальных системах аналогом стабильных структур выступают культурно-хозяйственные и духовно-нравственные традиции. Историческая обусловленность предполагает различного рода механизмы «наследования» возникающего порядка, т.е., по сути дела, передачу информации.

Случайные изменения в окружающей среде, связанные с ее принципиальной открытостью, разумеется, не обязаны считаться с исторически сложившимися структурами и традициями. Поэтому рано или поздно эти структуры и традиции перестают быть совместимыми с новыми условиями существования. Среда становится неблагоприятной для объекта. Последний выходит за пределы своей экологической ниши и перестает существовать.

Таким образом, мы приходим к выводу о конечности существования во Вселенной всякой конкретной вещи. Момент этот весьма важный, поскольку именно в нем мы находим некое базовое условие для эволюционных изменений в природе, для качественных трансформаций, происходящих с вещами: ведь если исчезает одна вещь, то должна появиться другая. И хотя устойчивые эволюционные изменения обычно происходят в ограниченном пространстве, т.е. носят локальный характер, в них принимает незримое участие вся Вселенная. О механизме этого участия будет специальный разговор в главе 4. Пока же только напомним: причины бытия всякой вещи, в конечном счете, кроются в ее связи с остальной Вселенной.

Эволюционная изменчивость в природе и обществе имеет свои специфические особенности. В природе доминирующим фактором является экологическая обусловленность бытия. Для всякого живого организма окружающая среда имеет первостепенное значение, и потому смысл эволюции состоит в выработке эффективных механизмов приспособления к среде. Историческая память заключена в генах. С их помощью осуществляется передача наследственной информации, воспроизводство форм жизни, видового разнообразия и функциональных особенностей биологических структур. Однако приходится признать, что биологи до сих пор не выработали общепринятой, логически безупречной модели эволюции и происхождения жизни.

В обществе в качестве доминирующего фактора развития выступает историческая обусловленность, в то время как экологическая обусловленность бытия представляется менее значимой. Поэтому еще со школьной скамьи нас приучают к мысли о том, что движущие силы развития заключены как бы внутри самого общества и что роль природной среды в эволюционной изменчивости общества незначительна.

Если вести разговор в ретроспективном плане, то придется признать, что основания для таких суждений и в самом деле есть. Жизнь общества в общем и целом детерминирована исторически заложенными в нем ценностными установками (социальными программами), призванными выполнять функции, аналогичные генетическим программам в отдельном живом организме. И мы видим: в своих социальных программах человек преследовал цель возвышения над природой, предпочитая заменять естественную природную среду искусственной, техногенной средой. Сохранение, а тем более воспроизводство природной среды, всегда считалось менее значимым и важным, чем блага технического прогресса. О том, что в ходе этого прогресса подрывались экологические основы бытия, общество в целом (если не считать отдельных его представителей) не догадывалось.

Под воздействием социальных программ естественная природная среда изменялась гораздо быстрее, чем это могло произойти, если бы люди действовали сообразно своим биологическим (генетическим) программам. Общество еще не перешло на автотрофное существование (и вряд ли когда-нибудь сможет это сделать), а измененная человеком биосфера уже готова выставить нас за дверь, лишит, так сказать, «биосферного гражданства» ввиду недостойного нашего поведения.

Нельзя не признать: технический прогресс общества в его исторически сложившихся формах и в самом деле похож на орудие самоубийства. И главным образом потому, что историческая обусловленность общественного бытия в сознании людей слишком долго и слишком откровенно доминировала над экологической обусловленностью, вплоть до полного игнорирования последней или, даже хуже того, вплоть до сознательной борьбы с этой обусловленностью. Такая ориентированность сознания как раз и привела общество в экологический тупик.

В связи с этим уместно будет вспомнить, сколь непримирим был марксизм по отношению к представителям школы так называемого географического детерминизма (Ш.Л. Монтескье, Г.Т. Бокль и др.), которые стремились привлечь внимание социологов и философов XIX в. к анализу природных условий общественного бытия. В частности, Г.Т. Бокль полагал, что именно природные факторы (климат, почвенное плодородие, рацион питания, ландшафты и т.д.) в значительной степени определяют энергию, волю, интеллектуальные возможности человека и даже характер накопления им практических знаний. Неравномерность развития цивилизации в разных географических зонах он считал естественной и связывал с этим тезис о естественности социального неравенства в положении различных народов Земли [9].

В России в конце XIX – начале XX вв. концепция географического детерминизма получила дальнейшее развитие в трудах С.М. Соловьева и В.О. Ключевского, а также, жившего в основном за границей, русского географа и социолога Л.И. Мечникова. Кстати говоря, В.О. Ключевский был одним из первых ученых, кто высказал обеспокоенность относительно обратного воздействия человека на природу, предупреждая о возможных негативных, угрожающих для общества, последствиях такого влияния [45].

В марксизме критика географической школы шла с позиций исторического материализма, в основе которого лежал принцип экономического детерминизма, а развитие общества изображалось цепочкой общественно-экономических формаций. Сторонники географической школы критиковались за антиисторизм и натурализм в поиске движущих сил развития общества.

Даже в современных учебниках по философии общество продолжает рассматриваться исключительно как саморазвивающаяся по своим собственным (внутренним) законам система. Более того, как говорится в одном из таких учебников: «То обстоятельство, что общество представляет собой сложную систему, развивающейся на своей, собственной основе, не отвергалось и не отвергается практически никем из мыслителей прошлого и настоящего» [100]. Как видим, традиции географической школы в социологии, фактически берущие начало в античности (Гиппократ, Геродот, Полибий) и продолжающиеся вплоть до XX в., попросту не принимаются в расчет.

Историческая (временная) и экологическая (пространственная) обусловленность общественного бытия – это суть внутренние и внешние факторы общественного развития. Ведущая роль первых, связанная с творческой активностью человека, с его духовными запросами, формирующих внутреннюю среду общества, вовсе не исключает, да и не может исключать, значимость внешних факторов, заключающих в себе обеспечивающую функцию. Подобным образом ведущая роль межорганизменных и межвидовых отношений в биологических сообществах не может исключать значимости экотопа.

Социальные системы, в отличие от отдельного человека, лишены инстинкта к выживанию. Функцию инстинкта самосохранения на уровне социальной системы может взять на себя лишь ее духовная составляющая, то, что мы называем общественным сознанием. Между тем, общественное сознание, как и индивидуальное сознание, имеет период становления, созревания и, наконец, того особого состояния, которое определяют как мудрость. Человеческий социум, судя по всему, переживает пору становления экологического сознания. Общество попросту еще не осознает в полной мере подстерегающих его опасностей. Подобно ребенку, оно беспечно, увлечено политическими и военными играми, ведет себя неразумно и неосторожно. По всей видимости, период наступления зрелости общественного сознания как раз и будет знаменовать собой переход к ноосферной цивилизации. Гармония внутреннего и внешнего – это гармония общественных и экологических (социоприродных) отношений. От того, станет ли такая гармония реальностью, зависит выживание человеческого общества.

Вспомним, наконец, что историческая обусловленность бытия есть специфическое выражение временной обусловленности бытия, т.е. бытия во времени. Соответственно, экологическая обусловленность бытия есть специфическое выражение пространственной обусловленности бытия, т.е. бытия в пространстве. Поэтому гармония, о которой говорилось выше, является, в действительности, выражением единства времени и пространства общественного бытия, которое необходимо осознать и найти способы соответствующей реконструкции общественного устройства. В этом собственно и состоит основное требование экологического императива.

Глава 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЫТИЯ

2.1. Информация как свойство отношения «объект-среда»

Существует множество (около двух десятков) определений понятия информации. Это свидетельствует о том, что за этим понятием скрывается довольно сложное явление, содержащее в себе множество аспектов. Для большинства людей, т.е. на уровне обыденного сознания, информация ассоциируется с сообщением, осведомлением о чем-либо. Для специалистов, связанных с проблемами управления и разработкой устройств по передаче информации, в данном понятии важен момент «снятия неопределенности» в результате получения сообщений и оценка уменьшения этой неопределенности. Философы предпочитают видеть в информации присущую материи форму отражения. Биологи нередко обращаются к информации как способу оценки разнообразия, используя для этой цели известную формулу К. Шеннона для количества информации. Среди специалистов по синергетике укрепляется понимание информации как «запомненного выбора», предложенного в свое время Г. Кастлером [40].

Нет единого мнения также по вопросу о границах применимости этого понятия. Например, если видеть в информации только сообщение, которое передается от одного человека к другому, то это понятие остается исключительно свойством человеческого социума. Н.Н. Моисеев предпочитает несколько раздвинуть область применения понятия информации, связав его с системами, способными к актам целеполагания [59]. К таким системам Н.Н. Моисеев относил не только человека, но и животных с высоким уровнем самоорганизации. Вместе с тем, полагая, что строгое и достаточно универсальное определение информации вряд ли возможно, он не считал для себя возможным согласиться с мнением тех ученых, которые считают информацию всеобщим свойством материи [59, с. 147].

Е.А. Седов не без оснований считал, что «в области биологических явлений получение информации является необходимым условием целесообразной направленности всех жизненных процессов» [85, с. 26]. Таким образом, есть определенный резон связывать информацию не с актами целеполагания, а с широко известным явлением целесообразности в живой природе. Уместно будет напомнить также, что в 1958 г. академик И.И. Шмальгаузен предложил целую программу информационного подхо-

да к построению теоретической биологии. Он видел в теории информации ту долгожданную теоретическую основу, которая позволит объединить и объяснить все колоссальное разнообразие биологических фактов.

Наконец, если трактовать информацию как меру упорядоченности, то открывается принципиальная возможность распространения этого понятия также на область физических явлений. Всеобщий характер информации безоговорочно принимался, в частности, Л. Бриллюэном, У.Р. Эшби, Г. Рейхенбахом, А.Д. Урсулом, многими другими физиками, математиками и философами. Однако при этом возникает опасность отождествления понятия информации со свойствами материи или движения. Видимо, осознавая такую опасность, Н. Винер писал: «Информация есть информация, а не материя и не энергия» [18]. При этом сам он предпочел воздержаться от определения информации.

Д.С. Чернавский не считал возможным говорить об информации, если в этом явлении отсутствует акт запоминания. По этой причине он не принимает трактовку информации как меры упорядоченности. Он полагает, и не без основания, что «искать объективную меру объективного порядка бессмысленно, ни того, ни другого просто не существует» [109]. И действительно, можем ли мы рассыпанным на полу монетам приписать объективную меру порядка (или беспорядка)? Даже если монеты лягут в строгом геометрическом порядке, например, по кругу, то вряд ли уместно будет использовать в этом случае понятие информации в качестве меры возникшего порядка.

В поисках обобщенной трактовки информации как меры упорядоченности более корректно действовал Е.А. Седов. Он писал: «...Энергия является мерой интенсивности движения, а информация – мерой его упорядоченности» [85, с. 26]. Обратим внимание: здесь речь идет не о мере упорядоченности в мире вещей (скажем, тех же рассыпанных на полу монет), а о мере упорядоченности движения. Например, если движение тела подчиняется законам классической механики, то мы имеем принципиальную возможность, зная эти законы (т.е. располагая определенной информацией), предсказать положение тела в будущем. В этом случае, упорядоченность движения несет в себе как бы скрытую информацию, которую человек может извлечь, проведя соответствующие исследования и наблюдения. В микромире, где царят законы квантовой механики, возможности предсказаний значительно ограничены. Здесь движение объектов менее упорядочено и потому менее информативно.

Таким образом, информация как мера упорядоченности движения может пониматься как информация, содержащаяся в объективных законах физического мира. Эта информация может стать достоянием человека, но может и не стать таковым, не переставая, однако же, оставаться мерой упорядоченности движения. В законах природы усматривается некий универсальный способ ограничения свободы поведения физических объектов, способ борьбы с Мировым Хаосом, о котором пойдет разговор в следую-

щей главе. Подобно этому юридические законы (и нормы морали) ограничивают свободу поведения человека в мире социума. Вне этих законов и норм социум существовать не может. Упорядоченность движения в природе не исчезает, даже если человека на Земле не будет вообще. В этом состоит объективный характер физических законов, а, следовательно, и информации. Природа, в которой отсутствует информация, прекращает свое существование, она поглощается Мировым Хаосом. Можно сказать поэтому, что информация в природе, как и движение, есть способ существования материи.

Остается только добавить, что упорядоченность движения кардинально отличается от упорядоченности вещей – объектов природы. Если в последнем случае мы имеем дело с пространственным (геометрическим) порядком, то в первом случае – с временным порядком. Отсюда видно, что понятие информации связано именно с временем, а не с пространством.

В отношениях «объект-среда» понятие об информации всегда возникает как результат функционирования объекта в условиях разнообразия факторов среды и возможных откликов объекта на эти факторы, иными словами, при оценке степени упорядоченности отношений «стимул-реакция». Как видим, упорядоченность оценивается на множестве пар «стимул-реакция», характеризующих собой действие и результат, т.е. некоторый протекающий во времени процесс, длительность которого в данном случае не имеет значения. Имеет значение лишь факт временной упорядоченности: действие предшествует результату.

Все вышесказанное может быть без особого труда переведено на язык формализованного описания, если отношения «объект-среда» представить парой отображений $f: X \rightarrow Y$, $\varphi: Y \rightarrow X$ (см. главу 2, п. 2.1). Особенность этих отображений состоит в том, что они носят вероятностный характер. Это значит, что реакция $y_1 = f(x_1)$ на стимул (воздействие среды) $x_1 \in X$ неоднозначна. Неоднозначным является также ответное реагирование $x_2 = \varphi(y_1)$ среды на действие объекта $y_1 \in Y$. В общем случае не исключено, что новый стимул x_2 окажется вне области определения f , т.е. за пределами экологической ниши нашего объекта.

Таким образом, множества X и Y являются статистическими, т.е. обладают энтропией $H(X)$ и $H(Y)$ соответственно:

$$H(X) = - \sum_{(x \in X)} p_x \log p_x, \quad H(Y) = - \sum_{(y \in Y)} p_y \log p_y. \quad (2.1)$$

Как показал А.Я. Хинчин [107], энтропия $H(X,Y)$ пар (x,y) всегда удовлетворяет условию:

$$H(X,Y) \leq H(X) + H(Y). \quad (2.2)$$

В таком случае информацию $I(X,Y)$, циркулирующую в системе «объект-среда», естественно определить формулой:

$$I(X,Y) = H(X) + H(Y) - H(X,Y). \quad (2.3)$$

Как видим, определенное таким образом понятие информации характеризует степень упорядоченности реакций (откликов) объекта **f** на стимулы (воздействия) среды **Ф**, т.е. обнаруживает себя как свойство отношений «объект-среда».

Реакции (отклики) объекта **f** на стимулы (воздействия) среды **Ф** не имели бы никакого смысла, если бы в результате этих реакций не появлялись со стороны среды новые стимулы как следствие этих реакций. Новый стимул может выражаться, например, в форме предоставления жизненно важного ресурса объекту **f**, либо каких-то иных благ. Это означает, что предшествующая этому реакция (действие) объекта была целесообразной, успешной, полезной. Если следствием действий объекта явилось, наоборот, ухудшение среды, то такие действия объекта должны быть расценены как нецелесообразные, безуспешные или даже опасные.

Именно наличие среды **Ф**: $Y \rightarrow X$ позволяет оценивать функционирование объекта **f**: $X \rightarrow Y$ и связанное с этим функционированием полезность или ценность информации **I(X,Y)**. Таким образом, в системе «объект-среда» не только циркулирует информация, но и выявляется ее ценность. Причем, чем более благоприятной становится среда обитания вследствие действий объекта, тем более ценной следует считать циркулирующую в системе «объект-среда» информацию. Если принять достижение более благоприятной среды обитания в качестве целевой установки действий объекта, то мерой ценности информации можно считать степень достижения «поставленной» цели.

Связывать ценность информации именно с достижением целей представляется естественным в случае описания целеустремленных систем. «Без цели нет ценности: вопрос о ценности информации возникает лишь тогда, когда сформулировано представление о цели», – пишут Е.Н. Князева и С.П. Курдюмов [46]. Если обозначить через **p** вероятность достижения цели до получения информации, а через **P** – после получения информации, то ценность **V** информации можно получить, например, в виде:

$$V = \log_2(P/p). \quad (2.4)$$

Данный подход к ценности информации применяется в работах А.А. Харкевича [106] и М.М. Бонгарда [10]. Позднее формула (2.4) была модернизирована В.И. Корогодиным [48], который предложил измерять ценность информации величиной:

$$V = (P - p)/(1 - p). \quad (2.5)$$

Удобство этой формулы состоит в том, что ценность информации измеряется числом, заключенным между 0 и 1. В отсутствии заранее постав-

ленных целей ценность информации растет вместе с ростом количества информации $I(X,Y)$. Самое простое в этом случае измерять ценность информации ее количеством.

Вместе с тем, во избежание недоразумений, надо иметь в виду следующее. Поскольку информация $I(X,Y)$ является характеристикой системы «объект-среда» (f, Φ) , то ее ценность всецело относится к объекту f , и может быть совершенно иной для какого-либо другого объекта. С этой точки зрения информация обнаруживает себя как характеристика относительная. Своим смысловым содержанием она как бы «привязана» к конкретной системе. Для иной системы иной будет и информация, даже если рассматриваются идентичные объекты. С принципом относительности информации связано, в частности, явление расхождения мнений, взаимного непонимания людьми друг друга, даже если они проживают совместно, т.е. имеют схожую среду жизни. Можно поэтому сказать, что каждый объект пребывает в своей собственной «информационной среде».

Бытует мнение, что информация поступает извне на вход объекта f подобно материальному потоку и затем перерабатывается объектом. Такое «ресурсное понимание» информации широко распространено. В связи с этим часто (особенно в СМИ) используется термин «информационные ресурсы». В действительности, на входе объекта f мы имеем дело с информационной энтропией $H(X)$, а не с информацией. Последняя возникает, если можно так выразиться, «внутри» системы (f, Φ) , о чем мы судим по реакциям объекта, а, в конечном счете, по факту функциональной упорядоченности системы, т.е. функциональном соответствии объекта и среды.

То, что всякая информация имеет свой вещественно-полевой носитель (звук, свет и т.д.), можно понимать лишь условно. Материальные потоки (звук, свет и т.д.), которые, как нам кажется, несут с собой информацию, есть всего лишь определенным образом упорядоченные внешние воздействия (как правило, очень слабые в энергетическом отношении), способные перевести объект в новое состояние именно благодаря своей упорядоченности. Этот переход в новое состояние обычно и называют реакцией объекта. Реакции часто сопровождаются высвобождением значительной энергии (по сравнению с энергией внешнего воздействия).

Несоразмерность энергии стимулов и реакций обычно связывают с явлением неустойчивости состояний объекта. Явление это обычно в мире сложных, самоорганизующихся систем. И, пожалуй, именно в этой связи обрел исключительную популярность созданный в свое время математический аппарат теории нелинейных динамических систем и возникло целое научное направление о неустойчивых процессах – синергетика. Ее называют также иногда наукой о самоорганизации. Есть смысл поговорить об этом отдельно.

2.2. Информационный подход в синергетике

Синергетика имеет дело с нелинейными динамическими системами. При описании этих систем в качестве исходного положения применяется правило задавать изменчивость системы в виде функции ее положения в n -мерном фазовом пространстве X . В синергетике в качестве меры изменчивости системы обычно рассматривается скорость (а не ускорение, как в механике). Тем самым исключается понятие силы. Поведение системы во времени задается дифференциальными уравнениями вида:

$$dx_i / dt = F_i (x_1, x_2, \dots x_n), \quad (2.6)$$

где x_i - динамические переменные, описывающие положение системы в пространстве X ; $i = 1, 2, \dots n$; F_i - нелинейные функции указанных переменных. Смысл этих переменных может быть разный. В частности, x_i может означать концентрацию i -го вещества в химическом реакторе, численность i -ой популяции (вида) в некотором сообществе, вообще число элементов i -го типа в интересующей нас системе. На этом держится уверенность в том, что природа во всех ее проявлениях может быть понята и описана с единой (синергетической) точки зрения.

Исследования показывают, что в нелинейных динамических системах так называемые стационарные состояния, определяемые из условий:

$$F_i (x_1, x_2, \dots x_n) = 0, \quad i = 1, 2, \dots n, \quad (2.7)$$

могут быть: 1) устойчивыми, 2) нейтральными и 3) неустойчивыми. При наличии малых внешних воздействий (возмущений) в первом случае возникает реакция, возвращающая систему в исходное состояние, во втором случае реакция как таковая отсутствует (система остается «безразличной» к воздействию), в третьем случае возникает реакция, стимулирующая рост отклонения. В последнем случае происходит переход системы в новое стационарное состояние.

Наличие в системе неустойчивых состояний – обязательное условие возникновения информации. Системы, пребывающие в устойчивом состоянии, не способны к участию в информационных процессах. Вот почему методы нелинейных динамических систем (методы синергетики), по крайней мере, в принципе открывают возможность исследования информационных явлений в таких сложных системах, каковыми являются живые организмы и социальные общности.

Классификация стационарных состояний в какой-либо динамической системе на вышеупомянутые три типа осуществляется известным методом теории устойчивости с использованием чисел Ляпунова λ . Последние являются решениями алгебраического уравнения:

$$\text{Det} \| \mathbf{a}_{ij} - \delta_{ij} \lambda \| = 0, \quad (2.8)$$

где $\mathbf{a}_{ij} = (\partial F_i / \partial x_j)$ в точке $\mathbf{x}_j = \mathbf{x}_j^*$, $\mathbf{x}_j^*$ – значения переменных в исследуемом стационарном состоянии, δ_{ij} – символ Кронекера, $i, j = 1, 2, \dots, n$. Уравнение (2.8) имеет порядок n и соответственно n корней.

В общем случае числа Ляпунова λ_k ($k = 1, 2, \dots, n$) являются комплексными. Если их действительные части оказываются отрицательными, то исследуемое стационарное состояние является устойчивым, если равны нулю – нейтральным. Состояние будет неустойчивым, если хотя бы в одном случае действительная часть оказывается положительной. Мнимая часть чисел Ляпунова характеризует частоты периодических движений. Вблизи устойчивого состояния эти движения носят характер свертывающейся спирали, вблизи неустойчивого состояния – раскручивающейся спирали, вблизи нейтрального состояния – характер цикла.

В теории нелинейных динамических систем (синергетике) приняты следующие положения, связанные с понятием информации. Информация определяется как запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных [109, с. 9]. Под выбором здесь можно понимать результат перехода системы из неустойчивого состояния в одно из устойчивых. Варианты выбора задаются множеством таких устойчивых состояний.

Отождествление информации с результатом выбора (таков смысл вышеприведенного определения) означает, что информация появляется в системе как итог переходного процесса, обусловленного внешним возмущением. Очевидно, что информация никогда не может быть адекватной тем изменениям в окружающей среде, которые являются причиной возмущений, поступающих на вход системы. В синергетике считается, что происходящий в системе выбор может быть случайным или неслучайным («подсказанным»), обусловленным некоторыми внешними факторами). В первом случае говорят о генерации информации, во втором – о рецепции информации.

Переход системы в одно из устойчивых состояний при воздействии на ее вход определенным образом упорядоченного материального потока, «несущего» информацию, можно было бы считать примером рецепции (восприятия) информации, хотя на вход, строго говоря, поступает не информация, а возмущение, обусловленное изменениями в окружающей среде. Возмущение это становится информацией внутри системы, и только тогда, когда система отвечает на возмущение изменением своего состояния. При этом выбранное системой устойчивое состояние допустимо трактовать как кодирование рецептируемой информации, поскольку возникает определенное соответствие между изменением состояния системы и изменением в окружающей среде.

Что касается генерации информации, то о ней можно говорить лишь условно, поскольку в системах, связанных с окружающей средой лишь случайными факторами, спонтанное возникновение информации невоз-

можно: для этого нет причин. Выше мы уже приводили аргументы в пользу тезиса о том, что феномен информации возникает лишь в рамках функционального единства объекта (системы) и окружающей среды.

Переход системы из неустойчивого состояния в устойчивое, трактуемый в синергетике как акт выбора, в сущности, таковым не является. Акт выбора всегда предполагает некоторое основание для выбора. Например, принятию решений всегда предшествует анализ и определенная мотивация выбранного нами варианта решений. При абсолютной равноценности вариантов мы, разумеется, можем прибегнуть к услугам некоторого случайного процесса, скажем, к подбрасыванию монеты. Однако в этом случае никакого выбора, в действительности, не происходит. В противном случае выпадение «орла» или «решки» надлежало бы тоже трактовать как демонстрацию способности монеты к совершению актов выбора.

Итак, нам придется вопреки представлениям, используемым синергетикой при трактовке феномена информации, считать, что выбор никогда не бывает случайным. Апеллируя к понятию случайного, мы обычно имеем в виду принципиальную непредсказуемость случайного события, абсолютную его неожиданность, и в этом смысле независимость от любой информации. Образно говоря, случайное событие неожиданно даже для Бога, располагающего неограниченной информацией, касающейся будущего.

Случайные явления, происходящие в любой описываемой нами системе, в том числе в нелинейных динамических системах, имеют своим источником окружающую среду. В этом смысле случайное в природе есть результат универсальности отношений «объект-среда», благодаря чему всякий объект являет собой открытую систему. Динамические системы в синергетике, в том числе те, которые порождают динамический хаос, представляют собой теоретическую идеализацию, связанную с абстрагированием от окружающей среды. Динамический хаос по этой причине не может быть источником случайного, хотя и является хаосом. Как мы увидим позже, источником случайного является квантово-механический хаос, имеющий фундаментальный характер и означающий разрушение таких черт мироздания, как пространство и время.

Именно, квантово-механический хаос выполняет функции окружающей среды для Вселенной в целом, и в логико-философском плане является онтологическим основанием тезиса об универсальности (всеобщности) отношений «объект-среда», в то же время не давая повода говорить об иерархии открытых систем в природе как примере реализованной «дурной бесконечности». Вселенная, будучи тоже открытой системой, как бы замыкает эту иерархию сверху, и не может рассматриваться как объект, входящий в некую более широкую систему: последней просто нет. Таким образом, благодаря квантово-механическому хаосу удается совместить суждение о всеобщности отношений «объект-среда» с отказом от казавшего бы неизбежного в этом случае фантома актуальной бесконечности – источника многих противоречий в философской онтологии. Кроме того, квантово-

механический хаос исключает столь же противоречивое представление о пустом пространстве, в котором якобы пребывают физические объекты и мир в целом.

После краткого философского эссе, к которому пришлось обратиться, обсуждая специфику теории нелинейных динамических систем синергетики и проблему источника случайных событий, вернемся к понятию информации. Поскольку оно так или иначе апеллирует к понятию объективной случайности, то можно сделать вывод, что возникновение информации в природе возможно, в конечном счете, благодаря универсальности отношений «объект-среда» и тому, что Вселенная погружена в квантово-механический хаос. Синергетического подхода с его динамическим хаосом было бы в данном случае недостаточно.

Явление неустойчивости в динамических системах представляет интерес вовсе не потому, что дает возможность говорить о случайном выборе как механизме генерации новой информации. Такая возможность, как мы видели, скорее всего иллюзорна. Более интересной представляется другая сторона дела: возможность высвобождения нелинейной динамической системой энергии, значительно превосходящей энергию внешнего воздействия, т.е. энергию на входе. Например, если перевод системы в неустойчивое состояние требует меньших затрат энергии, чем может быть высвобождено системой, покидающей это неустойчивое состояние, то система становится похожей на «энергетическую машину» с КПД, более 100% – так называемые сверхединичные генераторы энергии. Разумеется, так может вести себя только система, имеющая достаточные запасы внутренней энергии и в то же время способная легко переходить в неустойчивые состояния.

Таковы именно живые системы, способные запасать энергию за счет поглощения из окружающей среды материальных ресурсов (вещества). Данная энергия необходима организмам для соответствующего реагирования на получаемую информацию. И вот эта энергоинформационная сторона на уравнениях (2.6) не учитывается. Не учитывается и обратное влияние систем на состояние окружающей среды, т.е. не учитывается отображение $\Phi: Y \rightarrow X$, о котором упоминалось выше. Все это выпадает из поля зрения синергетики, построенной в традициях структурно-аналитического подхода, характерного для исследований неживой природы. Синергетикой не принимается в расчет, что действия сложной самоорганизующейся системы могут осуществляться только за счет изымаемых из окружающей среды материальных ресурсов. А между тем именно по этой причине живые системы функционируют как сверхединичные преобразователи энергии, т.е. способны отвечать на слабые в энергетическом отношении внешние (информационные) воздействия высвобождением значительной кинетической энергии (прыжки, бег, борьба и т.д.).

В реальной действительности феномен сверхединичности был бы невозможен в системах, лишенных способности запасать энергию из внеш-

ней среды, даже если бы эти системы обладали свойствами нелинейности и неустойчивости. Синергетика как наука о неустойчивых процессах, которые обнаруживаются при исследовании систем нелинейных дифференциальных уравнений (2.6), рискует остаться своеобразной отраслью математики (и не более того) до тех пор, пока исключает из своего рассмотрения отношения «объект-среда», т.е. экологический аспект исследований.

Если принять переходы из неустойчивых состояний в устойчивые в качестве механизма генерации информации (как это делается в синергетике), то нам придется допустить, что реальные живые системы обладают огромным количеством неустойчивых состояний и всякий раз находятся в одном из этих состояний, ибо они практически всегда готовы к производству новой информации. С другой стороны, живые системы, осуществляя запомненный выбор, обязаны находить соответствующие устойчивые состояния, которыми кодируется информация и которых, следовательно, тоже должно быть достаточно много.

Как известно, синергетика претендует на то, чтобы стать универсальным языком описания природы во всех ее проявлениях, используя для этого нелинейные модели динамических систем. Между тем, как показывает накопленный опыт исследования таких систем, мы попадаем в область, где безраздельно господствует «проклятие размерности». Сложность этих систем экспоненциально растет с увеличением числа динамических переменных. Например, известная в синергетике нелинейная модель Эдварда Лоренца, представленная системой из трех дифференциальных уравнений, оказалась несравнимо более сложной по характеру поведения траектории состояний, чем ее двухмерный аналог. Причем характер этого поведения существенно зависит от значения входящих в уравнения параметров (коэффициентов) [66].

При некоторых значениях параметров в модели Э. Лоренца траектория системы обнаружила черты стохастического поведения (случайность переходов от одного неустойчивого фокуса к другому), оставаясь вместе с тем вблизи этих фокусов неограниченно продолжительное время. Это обстоятельство дало повод говорить о так называемых странных аттракторах – «притягивающих» областях, не отпускающих от себя траектории, обладающих чертами стохастического поведения. Было обнаружено, что при других значениях параметров топология странного аттрактора меняется вплоть до его вырождения в точку (устойчивый узел). Любопытно отметить, что в двумерных нелинейных динамических системах явление странных аттракторов исследователями не обнаруживалось. Для этого необходимо, как минимум, трехмерное пространство. Это и было выявлено Э. Лоренцом в 1961 г. Именно с этого момента популярность новой научной дисциплины стала нарастать быстрыми темпами.

Однако при дальнейшем увеличении размерности систем вычислительные трудности оказываются столь велики, что понять что-либо в поведении системы становится практически невозможно. В этом случае раз-

личного рода ухищрениями стремятся перевести многомерную модель к трехмерному (или даже двухмерному) аналогу в некоторых условных переменных, либо ограничиться качественным исследованием. Заметим, кстати, что именно таким путем появилась модель Э. Лоренца: она была получена как модификация многомерной системы уравнений Навье-Стокса, используемой для разнообразных исследований в области гидродинамики, в том числе в области динамики атмосферы для задач прогноза погоды.

Разумеется, подобное «обрезание» размерности возможно далеко не всегда. В реальных экосистемах, где приходится интересоваться судьбой десятков или даже сотен видов, методы нелинейной динамики практически бессильны. Достаточно сказать, что при описании системы из десяти видов каждая стационарная точка (состояние) будет характеризоваться соответственно десятью числами Ляпунова. И если хотя бы одно из них окажется положительным (а вероятность этого высока), то данное стационарное состояние будет неустойчивым. При сотне и более видов (таково обычно разнообразие реальных экосистем) наличие устойчивых состояний в системе можно было бы рассматривать как подлинное чудо.

Кстати, устойчивых состояний мы не находим даже в простейшем случае: в системе хищник-жертва. Широко известные уравнения Вольтерра-Лотки, описывающие эту систему, содержат всего лишь два стационарных состояния: одно из них неустойчиво, другое – нейтрально. Если начальное состояние системы не совпадает с нейтральным, то система обречена на бесконечное циклическое движение. Такая система как целое не способна к запоминанию выбора и, следовательно, к производству информации. К тому же выбирать просто не из чего: нет устойчивых состояний. Используя терминологию синергетики, можно сказать, что система хищник-жертва неспособна выполнять элементарные функции информационной системы. В этом биологическом сообществе мы вообще не находим информации.

Вышесказанное наводит на мысль, что если трактовать понятие информации как «запомненный выбор» (по Кастлеру) и описывать живую природу нелинейными динамическими системами, то в такой природе нам вряд ли удастся столкнуться с феноменом информации. Иными словами, создается впечатление, что аппарат синергетики, вообще говоря, неадекватен сущности реальных природных процессов упорядочения движения, являя собой впечатляющий пример подмены этой реальности математикой. Это не означает, что в природных или социальных системах мы не сталкиваемся с фактами нелинейных зависимостей и неустойчивостью. Речь идет лишь о том, что эти факты имеют побочное значение для исследования систем «объект-среда». В частности, они недостаточны для интерпретации информационных процессов, адаптации и эволюции, протекающих в этих системах. В рамках синергетики возможна лишь имитация этих процессов, аналогичная той, которая имеет место в робототехнике, имитирующей операции, свойственные человеку. Но имитация – это еще не объяснение.

Позволим себе сделать еще одно замечание. Бросается в глаза, что в синергетике (в отличие от физики) переменные и скорости их изменения далеко не равноправны в математическом и теоретическом отношении. О том, как ведут себя скорости, мы обычно судим, не производя никаких вычислений, сразу выписывая соответствующие соотношения (2.6), тогда как о поведении самих переменных предпочитаем судить лишь на основании решения весьма непростых дифференциальных уравнений. На этой неравноправности фактически выстраивается вся теория динамических систем. Непонятно, однако, почему при исследовании таких сложных систем, как биологические или социальные, скорости изменения переменных должны вести себя гораздо проще, чем сами переменные. На чем строится такая уверенность? В физике, как мы знаем, существует полная симметрия между координатами и импульсами. Это находит отражение в уравнениях движения, особенно если они представлены в гамильтоновой форме. Раз уж в теории сложных динамических систем мы решили отказаться от этой симметрии, то такой отказ должен быть соответствующим образом обоснован. В синергетике этого не сделано.

Мир живых систем пока еще крепко хранит свои тайны. До теории, способной раскрыть эти тайны, скорее всего не так близко, как нам сейчас кажется. Синергетика, конечно же, найдет себе оправдание [76] и применение в отдельных отраслях знания, включая экономику [7], социальную науку [11], историю [39], медицинскую экологию [94] и т.д. И все же синергетический подход не универсален и не столь глубок, как полагают многие его сторонники. Определенным образом расширяя возможности традиционного структурно-аналитического подхода, он тем не менее не может заменить собой экологический подход, предполагающий исследование функционального единства объекта и среды.

2.3. Объект и среда: принцип соответствия

Способность генерировать и запоминать информацию возможна в системах лишь в условиях обмена веществом и энергией с окружающей средой. Однако при этом важно, чтобы в самой системе сохранялся свойственный ее природе вещественный состав и структурная организация.

Как известно, структурной основой живых организмов являются клетки, которые подобно элементарным частицам, составляющим физические тела, обладают жестко фиксированными пространственными характеристиками (строением и размерами). Клетка представляет собой как бы базовую единицу живого вещества, составляющего организм, его элементарную основу. Поглощение вещества окружающей среды организмом приводит к трансформации этого вещества, к его преобразованию в вещество самих клеток. Справедливо будет сказать, что живой организм функционирует как особая биохимическая лаборатория. Трансформация погло-

щаемого из окружающей среды вещества в вещество самих клеток требует энергии, которая тоже черпается из окружающей среды. Клеточная структура выступает своеобразным инвариантом преобразований вещества окружающей среды в вещество клеток (инвариантом биохимических преобразований). Иными словами, клетки живых организмов способны к воспроизводству своей структуры и вещественного состава.

Явление структурной инвариантности предполагает существование специальных механизмов воспроизводства структур за счет поглощаемого вещества и энергии. Благодаря этим механизмам становится возможным возникновение новых клеток, являющихся копиями существующих клеток. Так что механизм воспроизводства структур не может не быть одновременно и механизмом копирования. Копирование – закон сохранения структуры открытых систем.

В свою очередь производство копий было бы невозможно, если бы эти системы не могли генерировать и рецептировать информацию, т.е. не обладали бы свойствами информационных систем. Уже само производство копий можно трактовать как процесс передачи информации. Информация эта выступает, однако, не только признаком структурной инвариантности системы. Важное ее свойство, которое обычно упускается из вида, заключается в том, что она некоторым образом «отражает» требования (свойства) окружающей среды. И это означает, что структура системы определенным образом соответствует этим требованиям. В противном случае она будет нежизнеспособной.

В философском контексте понятие соответствия обычно означает сходство в том или ином отношении. Вспомним хотя бы принцип соответствия между квантовой и классической механикой, предполагающий совпадение этих теорий при определенных условиях. Можно говорить о соответствии между прошлым и настоящим, имея в виду принцип преемственности, т.е. сохранения в настоящем некоторых черт прошлого. Существует также соответствие между причиной и следствием. И это означает, что следствие кое в чем имеет сходство со своей причиной. Простейший пример: следы наших ног имеют некоторое сходство с формой подошвы самих ног. Или: дырка от гвоздя по форме и размеру похожа на сам гвоздь. Эту похожесть можно выразить иначе, сказав, что «следствия несут информацию о своих причинах», или что «следствия несут в себе память о своих причинах». И если бы это было не так, то мы никогда бы не смогли «докопаться» до причин, изучая следствия. Мы не смогли бы раскрывать преступления, проводить логический анализ и, вообще, заниматься наукой. Живые организмы, как творения природы, ее следствия, обязаны нести в себе «память» об этой природе, быть ее «слепком», иными словами, нести в себе информацию об этой природе.

Таким образом, возникновение информации в живых системах можно рассматривать как свидетельство экологической обусловленности существования этих систем. Следовательно, исследование феномена информации

вне экологического подхода бесперспективно. Та информация, которая хранится в организме в виде генетической информации, позволяет судить о свойствах среды обитания этого организма. В этой информации находит свое выражение принцип соответствия между организмом и средой. Механизм копирования биологических структур есть лишь «придуманый» природой способ долговременного хранения производимой информации путем ее «перезаписи». Подобным образом мы храним тексты наиболее ценных книг путем их переиздания. Ценными же мы считаем книги, долговременно остающиеся содержательно полезными для жизни общества. Отсюда можно судить, сколь ценной является генетическая информация, если она «переиздается» природой огромными «тиражами» в течение миллионов лет. Таким путем сохраняется сама жизнь как особая биологическая ценность.

В рамках синергетического подхода генетическую информацию трактуют как «запомненный выбор», сделанный биологическими видами в процессе их приспособления к окружающей среде за миллионы лет. Выбор был «запомнен» соответствующими белковыми молекулами, способными к редупликации. Однако не будет большой ошибки, если мы скажем, что выбор был «сделан» самой природной средой, которая сохранила из потенциально возможного разнообразия видов тот, который в своей структурной организации наиболее адекватно отразил ее требования, отбросив все прочие варианты. Говорить так было бы естественнее и логичнее, поскольку диктующей стороной является здесь именно природное окружение. Именно оно предоставляет (а, стало быть, диктует) условия бытия отдельным объектам – организмам, популяциям, видам. Можно сказать, что это природа «выбирает», кому жить, а кому надлежит исчезнуть в небытие.

Заметим, что свойство «тиражирования» идентичных объектов характерно не только для живых организмов. Оно вообще широко распространено в природе. Любые природные объекты составлены из множества идентичных элементов (атомов, молекул, кристаллов и т.д.) и сами представлены соответствующими множествами. Песчинки на пляже, горные породы определенного состава, облака, водные объекты, звезды, галактики и т.д. – все это множества идентичных объектов. Этот вид тиражирования тоже осуществлен под диктовку природы. Идентичность объектов – свидетельство идентичности условий их бытия. Например, широкое распространение атомов водорода во Вселенной указывает на сходство условий их существования, когда повсеместно отсутствуют ионизирующие факторы и стимулы к синтезу более тяжелых химических элементов. Это в полной мере касается и известных нам элементарных частиц – протонов, электронов, нейтронов и т.д. Скажем, тождественность электронов в различных областях Вселенной означает, что во всех указанных областях поддерживающая существование этих частиц материальная среда «устроена» одинаково, является гомогенной.

Нам неизвестны ограничения, наложенные на механизм «тиражирования» в неживой природе. Что же касается земной жизни, то ресурсные

возможности среды, в которой обитают живые организмы, практически всегда ограничены. Соответственно ограничены и ареалы их обитания. Отказ от экологического подхода в науке прошлого и современной синергетике вынуждает обратиться к различным механизмам взаимодействия между самими объектами (например, к механизму конкуренции).

Посмотрим, в частности, как это делается в синергетике при описании биологического сообщества, состоящего из n видов. Обозначим через x_i плотность популяции i -го вида. Тогда динамика сообщества может быть представлена в виде системы дифференциальных уравнений:

$$dx_i / dt = a_i x_i - b_i x_i^2 - \sum_{j \neq i} c_{ij} x_i x_j, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.9)$$

где a_i , b_i , c_{ij} – параметры системы (вещественные, положительные числа). Член $a_i x_i$ описывает воспроизводство (авторепродукцию) популяции, член $b_i x_i^2$ – эффект внутривидовой конкуренции за ресурсы, член $c_{ij} x_i x_j$ – эффект межвидовой конкуренции (между i -ым и j -ым видами). Последние два члена записаны в уравнениях с отрицательным знаком, поскольку они оказывают «тормозящее» действие на рост популяции всех видов.

Система, описываемая уравнениями (2.9), обладает довольно сложным поведением, но при некоторых упрощениях поддается качественному анализу. Одно из упрощающих предположений состоит в следующем: все виды равноправны в том смысле, что $a_i = a$, $b_i = b$, $c_{ij} = c$ при всех $i, j = 1, 2, \dots, n$. Если к тому же условиться измерять время t в единицах $\tau = 1/a$, а численность (плотность) популяций x_i в единицах $\alpha = a/c$, то уравнения (2.9) примут симметричный вид:

$$dx_i / dt = x_i - (b/c)x_i^2 - \sum_{j \neq i} x_i x_j, \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (2.10)$$

Оказывается, что если $b > c$, т.е. внутривидовая конкуренция сильнее, чем межвидовая, то система (2.10) имеет единственное устойчивое состояние, при котором плотности популяций всех видов одинаковы. Система приходит в это состояние при любых начальных условиях и в нем остается. В этом случае различные виды ведут себя как относительно независимые друг от друга подсистемы в рамках целой системы.

Если межвидовая конкуренция становится более сильной, чем внутривидовая ($c > b$), то ситуация существенно осложняется. А именно, в системе возникает n устойчивых состояний. В каждом из них мы обнаруживаем только популяцию одного какого-то вида с плотностью c/b (в единицах α). Плотность популяций остальных видов равна нулю. Иными словами, устойчивой будет ситуация, когда один из видов оказывается в одиночестве, вытеснив с рассматриваемой территории все остальные виды. Произошел «естественный отбор», который сохранил один единственный вид, пожертвовав ради этого всеми остальными. Наличие n таких состояний обусловлено симметричным видом уравнений (2.10): все виды равноправны.

Состояние, когда плотности популяций всех видов одинаковы, теперь оказывается неустойчивым. Все числа Ляпунова (за исключением одного) для этого состояния положительны и равны

$$\lambda = (c - b) / [c(n - 1) + b]. \quad (2.11)$$

Это надо понимать так: конкуренция за ресурсы не оставляет никаких шансов на равновесие видов. При любом сколь угодно малом внешнем возмущении какой-то один из конкурирующих видов получает преимущество и начинает вытеснять все остальные.

В системе (2.10), как и следовало ожидать, есть еще одно неустойчивое состояние ($x_i = 0$ при всех i), обусловленное «страхом смерти»: популяции стремятся избегать его. Все числа Ляпунова для этого состояния положительны и равны единице. Виды, если они наделены свойством репродукции ($a_i > 0$), уже не могут исчезнуть все в результате конкуренции за ресурсы. Какой-нибудь из видов обязательно должен остаться, чтобы обеспечить продление жизни. Можно интерпретировать это положение и таким образом: «естественный отбор», возникающий при конкуренции видов, не может привести к самоуничтожению всей системы. Он может действовать лишь как механизм, обеспечивающий сохранение и продолжение жизни в биосфере.

Но в таком случае придется допустить, что выбор одного из n устойчивых состояний равносильно выбору не какого попало вида, а именно того вида (из n рассматриваемых), который наиболее полно отражает требования окружающей среды. Если этот выбор неудачен, то исчез бы в конечном счете и последний вид. Произошло бы самоуничтожение системы. Остается принять, что переход системы в одно из n устойчивых состояний является отнюдь не результатом абсолютно свободного (случайного) выбора, а является закономерным следствием воздействия факторов окружающей среды. Лишь принятое в синергетике абстрагирование от окружающей среды вынуждает трактовать свободный выбор в системе (2.10) как генерацию информации (спонтанное возникновение информации внутри самой системы). В реальной же действительности информация подобно энергии не может возникать из ничего: необходим обуславливающий ее внешний фактор.

В рамках экологического подхода все будет выглядеть несколько иначе. Если поглощаемые из окружающей среды вещество и энергия расходуются организмом на рост, размножение, либо перемещение (действие), то производство информации придает этому перемещению определенную направленность. Любое действие организма проявляется не только в изменении его состояния, но в свою очередь ведет к определенному изменению свойств окружающей среды. Например, сидящая на листе кувшинки лягушка, реагируя на внешние факторы и расценив их как сигнал опасности, может прыгнуть в воду, изменив, таким образом, не только свое состояние,

но и свойства окружающей среды. Как видим, свойства эти могут изменяться существенно. Вызванное действием организма изменение окружающей среды может быть благоприятным или неблагоприятным. Например, при механическом перемещении организма на новое место может увеличиться, либо уменьшиться, опасность встречи с конкурентом или хищником, возрасти, либо, наоборот, уменьшиться, запасы необходимого организму ресурса (пищи).

Если обусловленное действием организмов изменение окружающей среды в целом является благоприятным, то это приведет к увеличению авторепродукции: увеличится значение параметра a_i в уравнениях (2.9). Могут измениться в сторону уменьшения параметры b_i и c_{ij} . При неблагоприятном изменении окружающей среды параметры b_i и c_{ij} , напротив, могут возрасти, а параметр a_i уменьшиться. Подобного рода обратная связь в отношениях между организмом и окружающей средой уравнениями (2.9) не принимаются в расчет. А между тем она исключительно важна для судьбы отдельных организмов, популяций и видов.

Приведенные выше рассуждения позволяют понять, что в уравнениях (2.9) набором параметров ($a_i, b_i, c_{ij}; i, j = 1, 2, \dots, n$) фактически задается состояние окружающей среды. Однако состояние это фиксировано (неизменно), что означает отказ от рассмотрения упомянутых обратных связей. Хотя такой отказ лишает нас возможности учитывать отклик среды на действия организмов, а, значит, оценить подлинную роль производимой этими организмами информации, мы вынуждены будем с ним смириться, ибо такова особенность синергетического подхода.

В самом деле, теория нелинейных динамических систем базируется на методе дифференциальных уравнений, которые нельзя записать, не фиксируя некоторого набора параметров, т.е. состояния окружающей среды описываемого объекта. Не только синергетика, но вся классическая физика, строящая свои теории на базе дифференциальных уравнений, имеет дело с некоторым фиксированным состоянием (фоном) окружающей среды. Эта среда незримо присутствует в значениях параметров и коэффициентов, входящих в уравнения. Уже само наличие переменных в уравнении предполагает равный единице коэффициент при этой переменной, а, значит, определенную характеристику незримого внешнего фона.

Таким образом, и в классической физике латентно присутствует принцип единства (соответствия) объекта и среды. И все дело только в том, что эта среда полагается как неизменная сущность, как стабильный внешний фон. Этот фон логично назвать «пустотой», ибо ничего не может быть более неизменным, чем пустота. Но, так или иначе, обойтись без этого фона физика не может, поскольку за этим понятием скрывается среда, обуславливающая набор параметров, входящих в ее уравнения. Среди этих параметров мы находим, в частности, «массу», «электрический заряд» и многое другое. И коль скоро это так, то рассматривать электрический заряд и массу исключительно только как свойства описываемых уравнениями объек-

тов неправомерно. В действительности, это – свойства отношений «объект-среда», которые мы вынуждены приписывать объекту лишь потому, что реальная среда заменена понятием «пустоты». Возможно ли построить физическую теорию, в которой принцип соответствия объекта и среды (экологический подход) присутствует не в латентном, а в явном виде? Не только возможно, но и нужно. Пути такого построения намечены в следующей главе.

После сделанного отступления, имеющего принципиальный характер в контексте обсуждаемых вопросов, вернемся снова к уравнениям (2.9), описывающих поведение биологического сообщества из n видов. Предположим теперь, что мы нашли способ отследить изменения окружающей среды, обусловленные действием организмов, составляющих популяции. В этом случае параметры a_i , b_i , c_i стали бы функциями времени. Естественно, что это повлекло бы за собой дрейф всех стационарных точек системы. «Поплыли» бы в том числе и устойчивые состояния. Многие из них могли бы вообще исчезнуть. Но всякий раз преимущество получали бы те популяции, для которых состояния окружающей среды были бы благоприятны, т.е. росло значение параметра a_i и уменьшались значения параметров b_i и c_i . Численность этих популяций имела бы тенденцию к росту.

Возможность роста i -ой популяции означает, что составляющие ее организмы получили преимущественный доступ к ресурсам окружающей среды в результате изменившегося ее состояния, получив одновременно «право» на размножение, т.е. на использование возросших ресурсов среды для производства своих копий. Собственно, в этом, и только в этом, заключены основания считать происходящие в окружающей среде изменения благоприятными для i -ой популяции.

Напомним теперь, что изменение состояния окружающей среды, обусловленное действием организмов, явилось, в сущности, следствием тех (первичных) изменений в состоянии среды, которые стали источником (ресурсом) производимой организмами информации. В самом деле, действия организмов, вызвавшие изменение в состоянии среды (будем называть это изменение вторичным) – это не что иное, как информационно обусловленная реакция организмов на первичное изменение среды.

Хотя между первичным и вторичным изменением среды существует важное различие (первое происходит независимо от организма, второе – порождается его действием), между ними устанавливается некоторое соответствие как во всякой другой причинно-следственной связи. Организм при этом выступает в роли посредника. Благодаря его способности генерировать информацию и действовать в соответствии с этой информацией как раз и обеспечивается упомянутая причинно-следственная связь.

Первичное изменение среды для организма – это стимул к действию, вторичное изменение – результат этого действия (реакции). Если вторичное изменение благоприятно, то отношение стимул-реакция становится фактором, обеспечивающим соответствие организма условиям среды, дос-

туп к ее ресурсам. Можно в этом случае говорить об адекватности реакции или, если угодно, о возникновении элементарного знания. В физиологии в этом случае говорят об условных рефлексах.

Рефлексы могут быть, как мы знаем, и безусловные. Это когда соответствие между организмом и средой устанавливается на основе действий, обусловленных генетическими (наследственными) факторами. Безусловные рефлексы связаны с информацией, которую можно рассматривать как врожденные знания, а условные рефлексы – с информацией, которая характеризует приобретенные знания. В последнем случае формирование рефлекса естественно трактовать как процесс обучения. Что же касается формирования врожденных знаний, то оно фактически выражает собой процесс биологической эволюции, и в некотором роде совпадает с ним. В накоплении врожденных знаний (наследственной информации) обнаруживается фундаментальный закон эволюции, необратимость эволюционного процесса. Закон накопления информации для мира живых систем представляет собой антипод известного физического закона роста энтропии, полученного для замкнутых систем.

Акты формирования знаний (возникновения информации) происходят на организменном уровне и протекает с участием особых структур, необходимых для фиксации рефлекторной связи. Акт генерации информации всегда индивидуален, но способность осуществлять такие акты приобретается в ходе биологической эволюции видов, передаваясь из поколения в поколение. Без актов накопления знаний (такой процесс естественно называть познанием) виды теряют свои преимущества, что ведет к ухудшению условий их воспроизводства. Репродукция может полностью прекратиться и вид исчезнет.

Таким образом, репродуктивный и (осмелимся сказать) когнитивный потенциалы вида (популяции) оказываются тесно друг с другом связаны. Виды, не способные к осуществлению когнитивной деятельности, обречены на исчезновение в ходе естественного отбора. В общем случае эта деятельность включает в себя процессы накопления врожденных и приобретенных знаний (наследственной и оперативной информации). В одном случае имеет место отражение стабильных (долговременных) условий окружающей среды, в другом – ее текущих (периодически возникающих) состояний. Уникальные, неповторяющиеся состояния среды вообще не находят отражения в информационной системе организма. Когнитивная деятельность в отношении таких состояний среды в принципе невозможна.

Весь процесс эволюции живого можно рассматривать как процесс накопления информации (знаний) в биоте, т.е. как процесс познания в самом широком смысле этого слова. В мире растений мы имеем дело только с наследственной информацией («врожденным знанием»). Животные же получили в свое распоряжение также механизм условных рефлексов, т.е. оказались способными к накоплению оперативной информации (приобретенных знаний). Для организмов, способных перемещаться в пространстве,

механизм накопления приобретенных знаний крайне важен для выживания, поскольку свойства окружающей среды в этом случае будут весьма переменчивы.

Трактовка биологической эволюции с позиций совершенствования форм когнитивной деятельности делает естественным появление в биосфере феномена человека с его способностью к абстрактно-теоретической форме познания. В самом деле, не могла же эта способность возникнуть «внезапно», не имея к тому глубоких предпосылок, лежащих в самом существовании эволюционного процесса. Кстати сказать, идея о том что рост познавательных способностей как раз и составляет сущность процессов эволюции, уже высказывалась в литературе и заслуживает внимания [41].

Непосредственной предпосылкой условно-рефлекторной деятельности, обеспечивающей накопление приобретенного знания, можно считать такую форму реагирования организма на первичное изменение окружающей среды (стимулы), когда соответствие между этими стимулами и результатом действия (реакциями) организма не фиксируются (не запоминаются) в соответствующих структурах организма, например, по причине отсутствия таких структур. В этом случае мы говорим о реакции раздражимости. Здесь еще нельзя говорить об информации, но многое для ее производства уже готово. Реагирование на внешнее воздействие в форме раздражимости присуще простейшим организмам, не обладающими оперативной памятью.

Организмы, обладающие оперативной памятью, способны сохранять возникающую рефлекторную связь в течение некоторого интервала времени, характеризующего глубину (прочность) памяти. Такие организмы уже способны накапливать информацию, т.е. осуществлять простейшую когнитивную деятельность. Этой способностью в различной степени обладают представители животного мира.

Память – неотъемлемое свойство информационных процессов. Оно проявляется в сохранении информации и потому является условием ее накопления, а, следовательно, познания. В широком смысле слова под памятью иногда понимают зависимость настоящего от прошлого. В этом есть определенный резон, но лишь при том условии, что эта зависимость проявляется не в сохранении предметов и вещей прошлого, а в сохранении упорядоченности движения, т.е. именно информации.

На основании всего вышесказанного можно сделать вывод, что информация в объектах любой природы выражает собой особенности и степень соответствия между объектом и средой, возникающего в процессе взаимодействия. Именно в этом соответствии заключена сущностная основа понятия информации. С потерей информации теряется и соответствие, что означает гибель объекта. И наоборот, сохранение информации есть условие сохранения объекта, а рост информации означает развитие объекта, смысл которого заключается в наращивании степени упомянутого соответствия.

Принцип соответствия между объектом и средой характеризует определенную упорядоченность отношений «объект-среда». Отталкиваясь от уравнений типа (2.9), мы фактически игнорируем эти отношения, оставляя за средой роль некой «пустоты», на фоне которой система ищет «внутренний порядок» в виде устойчивых стационарных состояний. Цена такого подхода – «конкурентная» трактовка биологической эволюции, принципиально исключающая решение проблемы происхождения самой жизни. Между тем, как будет показано в четвертой главе, возникновение жизни и ее эволюция суть звенья одного и того же процесса, базирующегося на принципе соответствия между объектом и средой.

Принцип соответствия применительно к живым системам должен заменить собой также весьма ограниченный по своему значению принцип адаптации, приспособления организма к среде своего обитания, где понятие среды опять-таки сводится к фиксированному внешнему фону. Здесь как всегда и везде (в том числе в синергетике) мы уходим от понятия среды как императивного начала.

Принцип адаптации – дань традициям науки прошлых веков, привыкшей иметь дело с объектами, изъятymi из общей ткани вселенского бытия, оторванными от источников своего существования и развития. Именно в силу этой особенности прежней научной парадигмы нам не удастся пока в полной мере осмыслить сущностную основу информационных процессов. Сведение этой основы к понятию выбора, пусть даже запомненного, еще не означает решающего прорыва в исследовании живых систем. Для такого прорыва необходим перевод всей современной науки (включая и физику) в рамки экологической парадигмы, базирующейся на принципе соответствия между объектом и средой. Вопросу о том, насколько мы готовы к такому переходу, как раз и посвящен данный аналитический обзор.

2.4. Информационная энтропия

Информационная энтропия, которая исчисляется по формуле Шеннона $H = - \sum_{i \in I} p_i \log p_i$, позволяет оценивать степень внутренней упорядоченности в системе (безотносительно к окружающей среде). Поскольку в этом случае мы абстрагируемся от проблемы взаимодействия объекта (системы) и среды, то и понятие информации, как характеристики этого взаимодействия, мы отодвинем пока на задний план. Тем не менее, и в этом случае в нашем распоряжении остается инструмент для системного исследования, в частности, для оценки прогрессивных или регрессивных изменений в системе.

Е.А. Седов [85] использует информационную энтропию для оценки соотношения между порядком и хаосом в системе, считая, что $H_n = H_{\max} - H$ характеризует меру детерминированного порядка в системе, для которой $H_{\max}$ – максимально возможная информационная энтропия. Далее вводится

коэффициент стохастичности в виде $G = H/H_n$ [85, с. 118]. Для полностью детерминированных систем, типа систем классической механики, $G = 0$. Такие системы теряют гибкость, возможность наращивать свое разнообразие. Они полностью индифферентны к окружающей среде. Потенциал их возможной приспособляемости к среде нулевой. Такие системы Е.Седов именует вырожденными. Случай $G = \infty$ характеризует хаотичные системы, когда полностью исключены детерминированные связи. Такие системы Е. Седов именует деградированными.

Вырождение и деградация – крайние случаи, при которых принципиально невозможна жизнь. По мнению Е. Седова, существует некое оптимальное значение коэффициента хаотичности $G = G_{opt}$, при котором хаос и порядок уравнивают друг друга и отсутствуют угрозы вырождения или деградации. Реальный мир именно таков.

Прогрессивным процессом следует считать процесс, удовлетворяющий требованию $G \rightarrow G_{opt}$, независимо от того, увеличивается ли в системе число случайных связей или усиливается ее детерминированность. К числу прогрессивных процессов с увеличением детерминированных связей относятся все процессы накопления информации. Из проделанного Е. Седовым анализа следует, что эти процессы остаются прогрессивными лишь до тех пор, пока выполняется условие $G > G_{opt}$. В случае, когда $G < G_{opt}$, прогрессивным является процесс увеличения случайных связей за счет разрушения связей детерминированных. Примером таких процессов могут служить кризисы, революции, перестройки, направленные на слом слишком жестких (тоталитарных) социальных структур управления, и проходящие обычно под лозунгами свободы и демократии.

Реальный мир представлен системами, избегающими как «тепловой смерти» (благодаря процессам упорядочения), так и лапласовского детерминизма (благодаря процессам хаотизации). Балансируя между деградацией и вырождением, природа компенсирует регрессивные изменения в отдельных своих частях прогрессивными процессами в других частях.

Степень упорядоченности H_n в системе определяется набором правил, законов, регламентирующих этот порядок. При этом H характеризует степень свободы в пределах, дозволенных этими правилами и законами. Если речь идет о биологической системе, то упомянутая свобода проявляется, в частности, в возможности появления новых признаков в наследственных программах, не противоречащих установленным правилам. Пока набор правил (соответствующий H_n) невелик, удовлетворить им несложно, и степень свободы (H) относительно велика. Это значит, что в системе возможны относительно быстрые изменения, т.е. более высокая скорость развития. Соответственно более интенсивными будут процессы формообразования. При нарастании порядка в системе степень свободы снижается, все меньшее число новых признаков, появляющихся вследствие мутации, будут удовлетворять увеличивающемуся набору «правил». Следовательно, темп развития падает, а интенсивность формообразования снижается.

В природе наблюдается общая тенденция к нарастанию структурной упорядоченности при взаимодействии физических систем. Так, взаимодействие диэлектрика с электрическим полем порождает структурную упорядоченность в виде поляризации диэлектрика. Сближение атомов при охлаждении жидкости приводит к появлению кристаллических структур. Синтез более простых химических соединений в более сложные тоже является процессом упорядочения химических элементов в результате их связывания друг с другом. Процесс упорядочения сопровождается увеличением энергии связей в системе. Эти-то связи и накладывают определенные ограничения на свободу движений элементов системы.

Известно, что всякая система в широком смысле этого слова есть множество элементов, связанных друг с другом тем или иным способом, и тем задающих феномен упорядоченности в системе, именуемый структурой. Таким образом, всякая система по определению заключает в себе некую меру структурной информации (нэгэнтропии), определяемой величиной $I_s = H_n$. Мерой стохастичности (мерой свободы) элементов в системе выступает величина H .

Формирование структур в физических системах сопровождается обычно выделением тепла, количество которого равно энергии возникающих в системе связей. Как это ни покажется странным, возникающие в системе ограничения в виде связей сопровождаются расширением функциональных возможностей системы, ибо всякая структура способна выполнять определенный набор функций. Философы знают об этом единстве структур и функций со времен Лейбница, который первым ввел в научный оборот понятие функции. Мы хорошо знаем, что люди объединяются, как правило, для того, чтобы обрести возможность выполнять более сложные и трудные задачи.

Но точно так же происходит и в природе. Связи между элементами системы, выполняющей те или иные функции, тоже обретают определенный функциональный смысл: они работают на систему. В биохимии в этой связи употребляют понятие функционального соответствия между элементами системы.

Формирование структур в химических системах на ранней Земле привело к возникновению сложных органических молекул и соответствующему расширению их функциональных возможностей, в частности, к их способности создавать системы более высокого иерархического уровня, на котором устанавливалось функциональное соответствие теперь уже между самими органическими молекулами. Установление такого соответствия дало начало структурам, с которыми непосредственно связан феномен жизни: появляется система, именуемая организмом. При этом возникает огромная плотность упорядочения живого вещества. Пространство размером в сотые доли миллиметра характеризуется упорядоченностью H_n , которая свойственна как минимум пространству нашей Галактики.

В общем случае рост H_n означает ограничение свободы движения и свободы выбора. Например, возникновение полимерной молекулы означа-

ет для каждой мономерной группы ограничение поступательных и вращательных степеней свободы мономерных молекул.

С ограничением свободы выбора связан всякий катализ, поскольку он устанавливает вполне определенный путь прохождения химических реакций. Находящиеся в организме ферменты (биологические катализаторы) определенным образом направляют и регулируют обмен веществ. В присутствии фермента возникает жесткое предписание: во взаимодействии разрешается участвовать лишь молекулам определенного химического состава и строения, определенной хиральности (направления кручения плоскости поляризации света).

Ферменты – катализаторы с исключительно высокой активностью: за одну секунду десятки и сотни тысяч молекул субстрата (т.е. контактируемых с ферментом молекул) исчезают, превращаясь в новое соединение. Всего же в биохимии известно более двух тысяч ферментов, специализированных (настроенных) на те или иные реакции. Функциональное соответствие между ферментом и субстратом известный немецкий химик Э. Фишер (1852–1919) сравнивал с отношением ключа к замку [69]. Таким образом, в живой природе предусмотрены особые биоструктуры, которым как бы изначально предназначено осуществлять функцию упорядочения. Структуры подобного рода настолько удивительны, что М.Дж. Бехе [122] считает их осуществлением божественного замысла.

Рост структурной информации $I_s = H_n$ в системе, накладывающей ограничение на степень свободы ее элементов, как уже говорилось, не обязательно следует понимать как прогрессивное изменение, ибо в конечном счете система в силу нарастания степени жесткости навсегда теряет способность удовлетворять принципу соответствия с окружающей средой. Это справедливо как для биохимических, так и для физических систем. Введенное Е.А. Седовым оптимальное значение коэффициента стохастичности систем G_{opt} можно трактовать как условие соблюдения указанного принципа соответствия. Соответственно прогрессивным следует считать изменения, направленные на обеспечение соответствия между системой и средой. Попутно заметим, что природа этого соответствия функциональна, т.е. речь идет о функциональном соответствии в том смысле, как это говорилось выше.

Каким же может быть значение G_{opt} ? Сам Е. Седов на этот счет не высказывает никаких гипотез. Между тем, вопрос чрезвычайно интересен. Даже приблизительная оценка G_{opt} могла бы быть полезной, в частности, при выборе оптимального сочетания свободы личности и жесткости государственного режима власти, ибо показатели H и H_n могут быть использованы также в исследовании социальных систем [8].

Одна из возможных гипотез относительно G_{opt} состоит в том, что этот коэффициент по своему значению будет близок к так называемому коэффициенту избыточности $R = 1 - H/H_{max}$, известному из теории информации. Коэффициент избыточности характеризует меру сложности структур

системы по сравнению с их минимальным значением, необходимым для выполнения поставленной задачи [115]. В нашем случае задача состоит в обеспечении принципа соответствия (функционального) между системой и средой.

Известно, что все действующие в природе системы являются в этом смысле избыточными. Избыточным является механизм кодирования с помощью биологического (генетического) кода, представляющего собой соответствие между аминокислотами и кодонами (тройками нуклеотидов). Избыточными являются разговорные языки. Например, избыточность русского языка лежит, как известно, в пределах от 0,5 до 0,8 [115, с. 352]. В этих же пределах лежит избыточность и других языков, используемых народами Земли.

Итак, предположим, что:

$$H / H_n = 1 - H / H_{\max}. \quad (2.12)$$

Учитывая, что $H_{\max} = H + H_n$, можно равенство (2.12) преобразовать к виду:

$$H_n^2 = H^2 + H_n H. \quad (2.13)$$

Деля это равенство на H_n^2 , получим:

$$1 = G^2 + G, \text{ или } G^2 + G - 1 = 0. \quad (2.14)$$

Напомним, что в нашем случае речь идет об оптимальном коэффициенте стохастичности, т.е. $G = G_{\text{opt}}$. Решение уравнения (2.14) дает два значения. Одно из них отрицательно, чего не может быть по смыслу коэффициента стохастичности. Второе значение $G_{\text{opt}} = R = 0,618$. Заметим, что это значение как раз укладывается в указанный выше интервал для избыточности языков.

Попробуем раскрыть смысл полученного значения 0,618. Для этого введем следующие обозначения:

$$V = H/H_{\max}, \text{ так что } R = 1 - V. \quad (2.15)$$

Очевидно, что $G = V/R$, $R + V = 1$. С учетом этого получаем:

$$R/V = (R+V)/R = 1 + G. \quad (2.16)$$

При $G_{\text{opt}} = R = 0,618$ получаем:

$$R/V = (R+V)/R = 1,618. \quad (2.17)$$

Это соотношение хорошо известно как «золотое сечение». Таким образом, оптимальное значение коэффициента стохастичности G_{opt} , если считать его совпадающим со значением коэффициента избыточности R , соответствует «золотому сечению».

Есть мнение, что правило «золотого сечения» носит универсальный характер, а число 1,618 можно рассматривать как мировую константу. Если это действительно так, то гипотеза о существовании точки оптимума, в которой происходит совпадение коэффициентов стохастичности и избыточности, представляется весьма правдоподобной. Об особой роли коэффициента избыточности при определении свободной и связанной энергии в мире физических систем будет специальный разговор в главе 3.

Правило «золотого сечения», позволяющее установить оптимальное соотношение порядка и хаоса, характеризует системы, в которых не происходит ни прогрессивных, ни регрессивных изменений. Такого рода сбалансированность свидетельствует о том, что система удовлетворяет всем требованиям окружающей среды, т.е. что выполняется принцип функционального соответствия объекта и среды.

В свое время, начиная с работ австрийского биолога-теоретика, одного из основоположников общей теории систем Л. Берталанфи (1901–1972), в философии и теории систем доминировало представление о системе как о множестве элементов, между которыми имеется некоторая связь, придающая упомянутому множеству свойство целостности. Иногда системность трактовалась как синоним целостности. Однако за этой целостностью обычно не усматривалась фундаментальная роль внешнего окружения (среды), по отношению к которой только и возможно рассматривать всякое целостное свойство. Кроме того, с понятием системы связывали исключительно только черты упорядоченности в виде понятия структуры, не принимая в расчет, что в рамках нормальной человеческой логики определение порядка возможно лишь как ограничение хаоса. Нельзя понять, что такое порядок, если не обращаться к понятию хаоса.

Система (всякая система), существуя благодаря и за счет среды, не может не включать в свое определение случайных и детерминированных связей, причем в такой пропорции, которая соответствует требованиям окружающей среды и удовлетворяет правилу «золотого сечения». И именно только благодаря этому число 1,618 (или, если угодно, 0,618) может выполнять свои функции мировой константы.

Универсальность «золотого сечения» означает универсальность величины соотношения порядка и хаоса, близкого к оптимальному G_{opt} , в различных природных системах. Это означает, что с ростом (или уменьшением) величины H_n соответственно будет иметь тенденцию к росту (или уменьшению) величина H . То есть для разных систем будет различной лишь величина H_{max} при сохранении отношения H / H_n . Вспомним, сколь велика плотность упорядочения белковых молекул в клетках живого организма. Но лишь постольку живой организм способен должным образом

реагировать на разнообразие требований окружающей среды, с которой он связан чрезвычайно тесными (с такой же высокой плотностью) стохастическими связями и отношениями.

По сравнению с живыми организмами степень упорядоченности, например, Солнечной системы значительно ниже, несмотря на то, что детерминированность ее поведения сразу же бросается в глаза. Столь же низка и степень стохастичности Солнечной системы, что и делает ее детерминизм поведения легко видимым.

Правило «золотого сечения» является широко распространенной характеристикой во многих областях науки и техники. Оно выражает гармонию между частью и целым, в частности, как полагает Ю.Н. Соколов в своей общей теории цикла, определенным образом характеризует взаимоотношения объекта и среды [89]. В.Д. Чурсин [111] усматривает действие этого правила даже в системе юридического компромисса между объемами правомочий субъектов частного и публичного права. В ходе эволюционных изменений правовой системы, как оказывается, между измеренными в процентах относительными объемами правомочий указанных субъектов (38% и 62% соответственно) формируется отношение «золотого сечения» $38\% / 62\% = 0,618$. В уже упомянутой выше работе О.А. Богатыревой и А.Е. Шиллерова [8] с аналогичных позиций оценивается соотношение свободы воли индивидов и государственного порядка в форме социального договора. Вспомним также о характерной для языковых систем избыточности в пределах, близких к «золотому сечению». Все эти факты, вместе взятые, наводят на мысль, что реальные системы совершенно различной природы и в самом деле организованы в соответствии с правилами «золотого сечения». То есть организованы так, что отношение между свойствами хаотичности и порядка, выраженными величинами $\mathbf{H}$ и $\mathbf{H}_n$, всегда оказываются вблизи числа 0,618.

Если бы эти системы существовали в пустом пространстве, то эти факты были бы совершенно необъяснимыми. Ясно, что так вести себя их вынуждает среда, которая хотя и является существенно различной для разных систем, тем не менее выполняет во всех случаях одну и ту же функцию – обеспечивает сохранение системы. Количественным выражением этой общности как раз и выступает мировая константа $\mathbf{G}_{\text{opt}} = \mathbf{R} = 0,618$.

Функциональная идентичность отношений «объект-среда», возможно, таит от нас и некоторые другие числовые константы, поскольку современная наука еще только начинает входить в русло экологической парадигмы. «Золотое сечение» – лишь первый намек на такую возможность.

Существование данной мировой константы очевидным образом входит в противоречие со вторым началом термодинамики, поскольку, как уже говорилось выше, рост хаотических связей может происходить лишь одновременно с ростом детерминированных связей. Мир никогда не может прийти в состояние «тепловой смерти». Это было бы возможно лишь в случае $\mathbf{G} \rightarrow \infty$, т.е. при явном нарушении правила «золотого сечения».

Второе начало термодинамики (неограниченный рост энтропии) было получено в рамках традиционного (структурно-аналитического) подхода, исключающего из рассмотрения отношения «объект-среда».

Покажем теперь, что для таких отношений имеет место другой закон – рост информации как следствие (в общем случае совместного) роста информационной энтропии системы и среды и уменьшения их взаимной энтропии.

2.5. Принцип максимума информации

Как известно, в основе всех теоретических описаний природы и социума лежат те или иные принципы оптимальности (экстремальности) [77]. Таковы, в частности, принцип минимального времени движения светового луча в геометрической оптике (принцип П. Ферма, 1662 г.), принцип наименьшего действия в механике (принцип П. Мопертюи, 1744 г.). Последний принцип был впоследствии модернизирован Л. Эйлером и Ж. Лагранжем, обретя весьма элегантную математическую форму.

Среди принципов экстремальности в биологии наибольшее развитие получил принцип экономии энергии [114]. Данный принцип играет, по-видимому, ведущую роль в работе нейронов головного мозга [30]. Недаром Э. Мах, обладавший исключительной интуицией, выдвигал в свое время принцип «экономии мышления». На принципе экономии энергии Н. Рашевский [137] и Р. Розен [82] строили теорию оптимальной конструкции биологических систем.

В социальных системах своеобразным аналогом принципа экономии энергии выступает установка на максимальную производительность труда, минимизацию приведенных затрат. В рыночной экономике доминирует принцип максимальной прибыли.

На базе принципов оптимальности создана довольно обширная научная дисциплина «Исследование операций», в рамках которой разрабатываются наиболее эффективные способы хозяйственной и иной деятельности человека, оцениваемые с помощью тех или иных критериев экстремальности (целевых функций).

Нельзя не обратить внимание на то важное обстоятельство, что все без исключения принципы оптимальности (экстремальности) фактически предполагают решение проблемы выбора на некотором множестве возможных вариантов. Между тем, как справедливо заметил в свое время И.А. Акчурина, «всюду, где имеется налицо несколько различных возможностей, но реально осуществляется, переходит в действительность, приобретает бытие только одна, имеет смысл говорить об информации, которую несет с собой эта реализовавшаяся, «ставшая» возможность» [1].

С этой точки зрения все принципы оптимальности, используемые в науке, выступают как инструмент извлечения информации из некоторой теоретически допустимой ситуации неопределенности. Это и не удиви-

тельно. Ведь наука занимается поисками законов бытия, которые представляют собой «систему правил» (ограничений), по которым живет вся окружающая нас действительность. Законы утверждают порядок в природе, следовательно выступают как результат некоторого выбора в пространстве возможностей, и постольку несут в себе информацию. Это благодаря им в системах (природных и социальных) имеет место мера порядка H_n и возникает феномен структурной информации. Важно понять, что поле возможностей, которое «перепахивается» природой для того, чтобы сделать свой выбор, представляет собой объективную реальность. Иными словами, оно (это поле) реально существует, имея на то не меньшие основания, чем сама действительность. В противном случае, случайные события и связи, сама энтропия обратились бы в чистый плод человеческого воображения. Свобода выбора есть такая же реальность, как и сам выбор. В ней нет «скрытых параметров», учет которых превратил бы выбор в предписание, в предначертание судьбы. Мир, в котором господствует судьба, не несет в себе никакой информации, и постольку не имеет логического права на реальное существование.

Принцип оптимальности (экстремальности) представляет собой своеобразную имитацию процессов упорядочения в природе, сопутствующее производству структурной информации $I_s = H_n$. Данный принцип кажется не только естественным, но, пожалуй, единственно возможным теоретическим способом формулировать законы природы, обладающие свойством ковариантности (неизменности) относительно инерциальных систем отсчета. В самом деле, было бы весьма странно, если установленный в природе порядок, описываемый структурной информацией, можно было бы изменить простым выбором системы отсчета. С математической точки зрения экстремум является устойчивым состоянием системы, и постольку, как говорил Г.Т. Фрумин, «принцип оптимальности представляет собой своеобразное проявление принципа инерции материи.... Кстати, и сам принцип инерции состоит в стремлении природы к оптимуму» [104]. Иными словами, принцип равноправности инерциальных систем отсчета в физике в свою очередь представляет собой как бы обратное отражение требований принципа оптимальности. Более детальный разговор о природе инерции и массы будет в следующей главе.

И все же принцип оптимальности имеет один существенный недостаток, органически связанный с особенностями традиционного структурно-аналитического подхода в классической науке. Дело в том, что предусмотренный экстремальными принципами выбор является всего лишь актом, а не процессом, каковым он является в реальной природе.

Если взять, например, живую природу, то формирование в ней упорядоченных структур и соответствующих им правил поведения и законов имеет естественную историю. В этой связи говорят, в частности, о процессе естественного отбора (именно о процессе, а не об акте). Это потому, что биология имеет дело со взаимодействием организмов и среды их обитания, в ходе которого и происходят процессы упорядочения живой материи.

С учетом этого взаимодействия принципы оптимальности могут существенно измениться по своему содержанию. В самом деле, в этом случае на первое место выходит проблема сбалансированности (функционального соответствия) организма со средой. Эту проблему невозможно исследовать, не обращаясь к анализу информационных процессов. Причем информация оказывается тем параметром, который подлежит максимизации. Напомним, что накапливаемая в системе (X,Y) информация $I(X,Y)$ определяется соотношением: $I(X,Y) = H(X) + H(Y) - H(X,Y)$, в котором $H(X)$ – информационная энтропия среды, представленной множеством X стимулов (воздействий), $H(Y)$ – информационная энтропия реакций Y организма на воздействия среды, $H(X,Y)$ – информационная энтропия системы «организм-среда» в условиях стохастической связи между X и Y .

Если учесть известные определения для условной энтропии:

$$H(X/Y) = H(X,Y) - H(Y), \quad H(Y/X) = H(X,Y) - H(X), \quad (2.18)$$

то информация $I(X,Y)$ может быть представлена двумя эквивалентными выражениями:

$$I(X,Y) = H(X) - H(X/Y), \quad (2.19)$$

$$I(Y,X) = H(Y) - H(Y/X). \quad (2.20)$$

То обстоятельство, что информация обладает «перестановочной инвариантностью»:

$$I(X,Y) = I(Y,X), \quad (2.21)$$

лишний раз подтверждает справедливость ранее высказанного тезиса о том, что информация не является свойством организма или среды, а представляет собой свойство отношения «организм-среда» (см. п. 2.1 этой главы). Тем не менее, выражения (2.19) и (2.20) различаются тем, что в первом случае акцент делается на внешние стимулы (состояние среды) X , а во втором случае – на реакцию (действие) организма Y .

Рассмотрим принцип максимума информации в ситуации (2.19). Здесь рост информации обуславливается ростом разнообразия состояний среды $H(X)$ при уменьшении условной энтропии $H(X/Y)$. Последнее означает, что отражение $\Phi: Y \rightarrow X$ (см. п. 1.1 главы 1) теряет черты стохастичности, обретая характер функции $x = \Phi(y)$. Если для каждого $y \in Y$ мы получаем единственное значение $x \in X$, то $H(X/Y) = 0$.

Таким образом, при $I(X,Y) \rightarrow \max$ организм обретает способность «управлять» состоянием среды, уменьшая $H(X/Y)$, и одновременно стремится расширить границы своей экологической ниши, увеличивая разнообразие состояний среды $H(X)$.

С учетом ситуации (2.20) картина дополняется следующими особенностями. Теперь мы видим, что и $H(Y/X) \rightarrow 0$. Это означает, что отображение $f: X \rightarrow Y$ тоже теряет черты стохастичности и стремится стать функцией $y = f(x)$. На каждое состояние среды $x \in X$ организм находит адекватный ответ $y \in Y$. Но, чтобы это было возможно, организм «стремится» увеличить разнообразие своих реакций (арсенал действий) $H(Y)$.

Более того, поскольку $H(X/Y)$ и $H(Y/X)$ стремятся к нулю, постольку происходит сближение разнообразий $H(X)$ и $H(Y)$. Это видно из формул (2.19), (2.20). Иными словами, принцип максимума информации предполагает, что способность эффективно «управлять» состояниями среды достигается, если $H(Y) \rightarrow H(X)$. Данное утверждение представляет собой, по существу, новую формулировку известного закона необходимого разнообразия Р. Эшби, согласно которому «только разнообразие может уничтожить разнообразие» [116]. Применительно к нашему случаю это означает: только разнообразие $H(Y)$ арсенала действий Y , находящегося в распоряжении организма, способно противостоять разнообразию $H(X)$ стимулов X , генерируемых средой.

Если организм плохо обучаем или вовсе не способен к обучению, то условные энтропии $H(X/Y)$ и $H(Y/X)$ уже не являются факторами роста информации $I(X, Y)$ и ее максимизация обеспечивается исключительно ростом информационной энтропии $H(X)$ и $H(Y)$. Закон необходимого разнообразия при этом остается в силе, а максимизация информации сводится к максимизации энтропии системы:

$$H(Y) = - \sum_{i \in I} p(y_i) \log p(y_i) \rightarrow \max. \quad (2.22)$$

В таком виде данный экстремальный принцип хорошо известен в термодинамике как закон роста энтропии. Между информационной и физической энтропией различие заключается только в размерности, что не имеет принципиального значения.

Принцип максимизации энтропии применим также для широкого класса задач в области социальных, биологических и технических систем. Бесконечному росту энтропии препятствуют, как правило, «ресурсные ограничения», связанные с дефицитом энергии, вещества, территории, времени и т.д.

Если ресурсные ограничения представить в виде:

$$U(Y) = \sum_{i \in I} p(y_i) U(y_i) \leq C, \quad (2.23)$$

где C – имеющиеся в распоряжении системы запасы ресурсов, $U(y_i)$ – затраты ресурса системой, находящейся в состоянии y_i , то принцип максимума энтропии можно записать в известной лагранжевой форме оптимальности:

$$H(Y) - \beta U(Y) \rightarrow \max. \quad (2.24)$$

Здесь β – так называемый множитель Лагранжа. Из выражения (2.24) вытекает, в частности:

$$p(y_i) = p_0 \exp [-\beta U(y_i)], \quad (2.25)$$

где p_0 – нормирующий множитель. Формулу (2.25) Л. Лурье и Х. Вагенсберг используют для вывода закона распределения биомассы между видами в экологической системе [53]. Как видим, чем больше масса U особи какого-либо вида, тем реже этот вид будет встречаться в экосистеме. Виды, представители которых имеют очень большие массы, в экосистеме становятся маловероятными. Формула (2.25), если U трактовать как энергию, могла бы иллюстрировать поведение физических систем (молекулы, атомы и т.д.), «предпочитающих» реже находиться на более высоких энергетических уровнях в условиях дефицита энергии.

Энтропийным методам исследования сложных систем посвящаются целые монографии (см., например, [17]). Заметим, кстати, что в условиях жестких «ресурсных ограничений» (чаще всего дефицитными бывают энергетические ресурсы) множитель Лагранжа β будет большим, а значит, система перейдет в режим «экономии энергии». Экстремальный принцип соответственно обретет форму принципа экономии энергии. При отсутствии дефицита в ресурсах любые системы (в том числе, живые) стремятся увеличивать свою энтропию, что можно интерпретировать как стремление к экспансии и свободе.

Свобода выбора и свобода движения являются тем более значимой чертой жизни, чем выше ее формы. Переход от растительных форм к животным в процессе эволюции с этой точки зрения представляется вполне закономерным явлением, отвечающим принципу максимизации энтропии. Появление организмов, способных к обучению, ввело в игру условные энтропии $H(X/Y)$ и $H(Y/X)$, превратив принцип максимума энтропии в принцип максимума информации. Ресурсные ограничения, как правило, имеют место и в данном случае:

$$U(X,Y) \leq C. \quad (2.26)$$

Так что принцип максимума информации может быть записан в лагранжевой форме:

$$I(X,Y) - \beta U(X,Y) \rightarrow \max. \quad (2.27)$$

Максимизация энтропии и экономия энергии могут рассматриваться как частные случаи максимизации информации. Столь общий характер данного принципа свидетельствует о том, что в природе и обществе имеет место универсальный закон роста информации. О нем уже упоминалось в главе 1, п. 1.3 (см., также [55]).

Возникновение жизни, становление и развитие биологических систем предполагают процессы накопления информации в качестве своей базовой основы. Любые проявления социальной жизни, сам феномен человеческой культуры и, прежде всего, духовная жизнь общества подчинены закону роста информации, который можно считать основным законом истории. В специфической форме, а именно, в форме экстремальных принципов, он находит отражение также в мире неживой природы, подчеркивая тем самым то имеющее глубокий смысл обстоятельство, что наблюдаемое нами развитие жизни на Земле (или иных возможных участках Вселенной) является как бы частью общемировых (вселенских) процессов. И если это действительно так, то закон роста информации мы вправе будем рассматривать как предельно общий закон развития материи, выражающий саму сущность времени и объясняющий его необратимость.

Столь фундаментальные черты информации теснейшим образом связаны с тем, что она является предельно общей мерой функционального соответствия между объектом и средой, в конечном счете, между системами любой природы и остальной Вселенной. Иными словами, экология и информация выступают в рамках современной науки общим выражением способов бытия вещей в пространстве и времени соответственно. В последующих главах мы найдем еще ряд свидетельств в пользу высказанного здесь утверждения.

А пока обратимся к выявлению роли принципа максимума информации в деятельности живых организмов. При объяснении общих закономерностей их поведения данный принцип остается практически незаменимым инструментом. Подчеркнем: речь идет не о конкретных физиологических механизмах, а именно об основных закономерностях поведения, которые могут обеспечиваться совершенно разными механизмами. Последние нас интересовать не будут. В области теории функциональных систем, как считал П.К. Анохин [3], физиологические механизмы играют подчиненную роль по отношению к тем задачам, которые решает такая система.

В современной литературе анализ деятельности живых организмов в контексте принципа максимума информации практически отсутствует. Наиболее существенный вклад в эту проблему сделан, пожалуй, Г.А. Голицыным [23]. Для того, чтобы максимально облегчить анализ, Г. Голицын описывает систему «организм-среда» двоичной моделью, в которой стимулы среды и реакции организма описываются переменными, имеющими всего две градации: x_i ($i = 0,1$) – для среды, y_k ($k = 0,1$) – для организма. Значение индекса 1 соответствует нормальному значению стимулов и реакций, значение индекса 0 – аномальному.

Событиями называются пары (x_i, y_k) . Число событий описывается матрицей n_{ik} (i – номер столбца, k – номер строки). На основе этих чисел можно вычислять любые интересующие нас вероятности: $p(x_i)$, $p(y_k)$, $p(x_i / y_k)$ и т.д. Например, вероятность $p(x_i / y_k)$ может быть вычислена как отношение

ние числа столбцов x_i в пределах строки y_k (т.е. n_{ik}) к общему числу столбцов в пределах этой же строки:

$$p(x_i / y_k) = n_{ik} / \sum_i n_{ik}. \quad (2.28)$$

Для $p(x_i)$ имеем:

$$p(x_i) = \sum_k n_{ik} / \sum_{i,k} n_{ik}. \quad (2.29)$$

Стремление к максимуму $I(X,Y)$ в этой строке выражается в двух тенденциях:

а) концентрация событий на главной диагонали матрицы (от элемента n_{00} к элементу n_{11}). В этом случае обеспечивается минимум $H(X/Y)$ и $H(Y/X)$;

б) экспансия событий вдоль диагонали, равномерное ее заселение событиями. В этом случае обеспечивается максимум $H(X)$ и $H(Y)$.

Цель поведения (максимум информации) не может быть достигнута, если работает только одна из этих тенденций. Например, если n_{ik} равны при всех значениях i и k , то достигается максимум $H(X)$, но нет минимума $H(X/Y)$. Поэтому $I(X,Y) = H(X) - H(X/Y)$ не достигает своего максимума. Лишь в случае, когда $n_{01} = n_{10} = 0$ и $n_{00} = n_{11}$, обеспечивается максимум $I(X,Y)$. Причем $H(X) = H(Y)$, т.е. выполняется условие закона необходимого разнообразия Р. Эшби.

Если каждое событие (x_i, y_k) характеризуется определенной затратой ресурсов, то в клетках матрицы помимо чисел n_{ik} выписываются и соответствующие затраты $U(x_i, y_k)$, которые в общем случае зависят не только от реакций (действий) организма, но и от стимулов (факторов) среды. Г. Голицыным было принято, что энергозатраты организма при нормальной реакции y_1 обычно невелики и становятся большими при аномальной реакции y_0 . Так что энергозатраты выступают своеобразным признаком, отличающим нормальную ситуацию от аномальной.

В рамках построенной таким образом двоичной модели могут ставиться самые различные задачи. Например, при заданной матрице $\|n_{ik}\|$ и стимуле x_i можно интересоваться реакцией организма. Принцип максимума информации дает на это следующий ответ: из двух возможных реакций y_0 и y_1 организм выбирает ту, которая обеспечивает наибольшее приращение полезности ΔL , т.е. максимум L после реакции.

Можно, напротив, задать реакцию y_k и интересоваться приращением полезности ΔL , обусловленного фактором среды x_i , а, стало быть, привлекательного для организма данного стимула.

В процессе функционирования организма матрица $\|n_{ik}\|$, задающая состояние системы «организм-среда», может изменяться, так что характер стимулов среды может некоторым образом эволюционировать во времени, становясь объективно то полезным, то вредным для организма. Спрашивается, как в этом случае будет вести себя организм?

Отвечая на этот вопрос, Г. Голицын строит зависимость χ величины $V = -L$ (величины «вредности») от условной вероятности $p(x_1/y_1)$, которая, вместе с величиной $p(x_0/y_1) = 1 - p(x_1/y_1)$, наиболее чувствительна к происходящим событиям (x_i, y_k) . Остальные вероятности изменятся меньше и этими изменениями можно на первых порах пренебречь.

Особенность зависимости $V = \chi \{p(x_1/y_1)\}$ заключается в том, что она имеет две точки минимума на границах области оптимизации: $p(x_1/y_1) = 0$ и $p(x_1/y_1) = 1$, разделенные «энтропийным холмом». Причем величины «вредности» в этих точках различны: $\chi(0) \neq \chi(1)$.

Оказавшись в одном из минимумов, организм уже не может самостоятельно перейти к другому, даже если он более глубокий (менее «вредный»), поскольку для этого необходимо перевалить через «энтропийный холм». Стремление организма оставаться в первом подвернувшимся по случаю минимуме Г. Голицын трактует как консервативное (стабилизирующее) поведение. Суть этого поведения – удержание привычных состояний, привычных значений стимулов (факторов) среды. Примером консервативного поведения является гомеостаз – поддержание постоянства таких параметров организма как температура, артериальное давление, концентрация в крови различных химических соединений и т.д. Биологи полагают, что температура и химический состав плазмы человеческой крови остаются неизменными в течение всей истории существования теплокровных животных.

Поддержание гомеостатического равновесия обусловлено, разумеется, не столько индивидуальной привычкой, сколько его связью с выживанием. Однако организму могут быть присущи и такие параметры, значение которых определяется именно привычкой. Такого рода привычки не связаны с проблемой выживания и способны перерасти в разряд «вредных привычек», представляющих собой угрозу для выживания.

Привычки, однако, могут меняться. Для этого нужны особые обстоятельства, вынуждающие организм переваливать через «энтропийный холм», т.е. преодолевать состояние неопределенности, задаваемое в нашей двоичной модели условной энтропией $H(X/y_1)$: она-то и формирует «энтропийный холм». Например, у хладнокровных животных с наступлением зимы происходит так называемый срыв регуляции, при котором животное переходит в новое устойчивое состояние – гипобиоз (зимнюю спячку). Для теплокровных животных переваливание через «энтропийный холм», сопровождаемое отрицательными эмоциями (от холода) и защитными реакциями (усиление обмена, дрожь, мышечная работа), означает срыв регуляции, при котором организм перестает сопротивляться дальнейшему охлаждению, предпочитая новое устойчивое состояние, оказывающееся, увы, состоянием смерти. Однако в большинстве случаев срыв регуляции является нормальным рабочим процессом, при котором организм переключается с одних факторов среды на другие ценой временного увеличения условной энтропии $H(X/y_1)$, обычно воспринимаемого как дискомфорт.

Возможны ситуации, когда срыв регуляции облегчается в связи с дефицитом энергетических ресурсов. Такая ситуация складывается обычно, как показывает Г. Голицын, в случае, если гомеостаз требует для своего поддержания дополнительной затраты энергии. Всякий переход на пониженный уровень энергозатрат, когда гомеостаз требует поддержания более высокого, может рассматриваться как срыв регуляции. Усталость, болезни, истощение, старость и тому подобные факторы, увеличивающие дефицит ресурсов, как правило, способствуют такому срыву. Более обыденный пример – переход от бодрствования ко сну, чему предшествует снижение уровня энергозатрат организма, проявляющегося в расслаблении тела и «клевании носом».

Предположим теперь, что в матрице $\|n_{ik}\|$ происходит накопление событий типа n_{ik} . Это приводит к росту вероятности $p(x_1)$ и соответствующему убыванию вероятности $p(x_0)$. Любопытно, что хотя x_1 характеризует нормальное состояние среды, рост отношения $p(x_1) / p(x_0)$ приводит к уменьшению зоны устойчивости в точке минимума на границе $p(x_1 / y_1) = 1$. В результате у организма возникает тенденция (стремление) к переходу в точку минимума на границе $p(x_1 / y_1) = 0$, т.е. стремление изменить нормальный стимул x_1 на аномальный стимул x_0 . Возникает, как говорит Г. Голицын, жажда перемен, перемен во что бы то ни стало, пусть даже к худшему, но перемен.

В биологии постоянство условий среды порождает идеальную адаптацию вида к этим условиям, но, вместе с тем, именно идеальность адаптации становится «ахиллесовой пятой» для вида, ибо в таких условиях происходит ослабление защитных сил организма и потеря устойчивости. Это является признаком вырождения вида и предвестником перемен к худшему – гибели вида.

Изменение матрицы $\|n_{ik}\|$ в связи с накоплением различного рода событий (x_i, y_k) позволяет исследовать динамику функции полезности $L(t)$, т.е. ее зависимость от времени t . А если при этом еще учесть, что с каждым событием связаны затраты энергии $U(x_i, y_k)$, в силу чего общие затраты энергии U_Σ тоже являются функцией времени $U_\Sigma(t)$, то открывается возможность изучать $\Delta L / \Delta t$ как произведение эффективности $E = \Delta L / \Delta U_\Sigma$ на мощность $W = \Delta U_\Sigma / \Delta t$. Причем мощность может быть связана как с динамикой (потоком) стимулов, так и с потоком реакций.

Если исходить из требования максимума $\Delta L / \Delta t$, то алгоритм управления мощностью W выглядит довольно просто: при $E > 0$ мощность W должна быть максимальной, а при $E < 0$ – минимальной. Например, если мощность W связана с потоком реакций, то организм должен вести себя таким образом: мощность, связанная с реакцией, должна быть максимальной, если реакция эффективна, и минимальной – в противном случае. Это хорошо известный в физиологии закон реагирования «все или ничего». Не будем, однако, забывать, что в реальной действительности требование максимума скорости приращения полезности не всегда себя оправдывает. Важна итоговая величина самой полезности.

Самостоятельный интерес может представлять зависимость полезности L от суммарных энергозатрат U_{Σ} , в частности, связанных с потоком стимулов. Данная зависимость, как оказывается, объясняет известный эффект Брока-Зульцера (существование оптимальной длительности стимула, при которой его интенсивность кажется человеку максимальной), существование оптимальной частоты переключений организма со стимула x_1 на x_0 и обратно, автоколебательный характер дыхания, иных видов деятельности организма (сердечная деятельность, еда, питье и т.д.), а также ряд особенностей восприятия (в том числе иллюзии).

Существование оптимальной частоты переключений рецепторов с одного стимула на другой объясняет в свою очередь такое известное явление как «эффект границы». Он обнаруживается, в частности, при рассматривании черно-белого изображения предметов, когда глаз бессознательно предпочитает движение по границам, отделяющим черный и белый фон.

«Эффект границы» наблюдается и во многих других случаях. Этологам хорошо известен эффект опушки леса, как бы притягивающий к себе различные формы жизни – птиц, насекомых, зверей. Особенность всякой границы – увеличение разнообразия стимулов (увеличение энтропии $H(X)$).

В рамках принципа максимума информации Г. Голицын исследует также психологические особенности организмов, выражающихся в форме эмоций [76, с. 80–88]. Он полагает, в частности, что величина эмоции пропорциональна скорости увеличения полезности $\Delta L/\Delta t$. Положительные эмоции соответствуют случаю $\Delta L/\Delta t > 0$, усиливаясь при увеличении $\Delta L/\Delta t$. Эффективность наших действий E обычно служит источником удовольствия. Технические средства, которые позволяют многократно усиливать эффективность человеческого труда (транспортные средства, высокопроизводительные станки, ЭВМ и т.д.) рожают у человека «любовь к технике».

Роль информации в возникновении эмоции видна непосредственно из выражения $\Delta L/\Delta t$. Заметим, кстати, что такие своеобразные синонимы информации как «уникальный», «необычный», «выдающийся», «редкий», «новый» обычно расцениваются как положительные оценки вещей. Как отрицательные оценки вещей воспринимаются слова «банальный», «шаблонный», «обычный», «массовый». В них явным образом проглядывают признаки малой информативности.

В выражении для функции полезности L дефицит информации представлен неопределенностью $H(X/Y)$, а дефицит ресурса – коэффициентом β . Чем больше β , тем сильнее проявляются отрицательные эмоции и уменьшаются положительные. И в самом деле, мы не радуемся, если наступает утомление, голод, жажда и т.д., т.е. проявляются все те факторы, которые снижают энергетические ресурсы организма. Отрицательные эмоции вызывают боль, которая свидетельствует о дефиците ресурсов для поддержания биологических структур. Более того, разрушение этих структур означает также уменьшение заключенной в них структурной информации.

Для устранения отрицательных эмоций у организма есть два способа: 1) исключить неэффективные реакции, а, следовательно, напрасную трату

ресурсов, и 2) привлечь дополнительные ресурсы и тем уменьшить коэффициент β . Оба эти способа могут быть использованы одновременно.

К сожалению, разрушительные действия часто оказываются намного эффективнее созидательных («Ломать – не строить!»). Это нередко подталкивает человека извлекать положительные эмоции из процессов разрушения. С этим обстоятельством связаны не только обычное хулиганство и проявление вандализма, но и «революционный энтузиазм», когда значительное количество людей, втянутых в революцию, разрушает сложившийся государственный и социальный порядок не столько по идейным соображениям, сколько из упоения вседозволенностью, из желания получить удовольствие от безнаказанного разрушения.

Как видим, принцип максимума информации в условиях ресурсных ограничений способен многое объяснить в поведении живых систем. Вместе с тем, мы знаем, что информация является свойством отношения «объект-среда», т.е. характеризует отношения в экосистеме. В принципе максимума информации находит отражение тенденция к усилению функционального единства объекта и среды и к усложнению экосистемы. Закон роста информации является, следовательно, законом развития. Всюду, где можно говорить об эволюции, мы вправе говорить и о феномене информации [23, глава 3].

Свойством отношения «объект-среда» является не только информация, но такое фундаментальное свойство материи как масса. В отличие от информации масса не выступает признаком (индикатором) эволюции. Масса – неотъемлемая черта (атрибут) всякой физической системы, совокупность которых образует то, что мы называем неживой природой. Тем не менее, как показывают новейшие исследования, в физике мы имеем дело с экологией, т.е. с системами «объект-среда», в которых среда (окружение) выступает необходимым условием существования объекта, условием его «жизни». Об этом и пойдет далее речь. Мы увидим также, что жизнь, а, следовательно, эволюция биологических систем является частью «жизни» физических систем, иными словами, что жизнь в ее локальных проявлениях является продуктом, творимым Вселенной.

Глава 3. НАЧАЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

3.1. Принцип Маха – экологический принцип в физике

В одной из своих работ Э. Мах [134] сделал одно важное замечание, касающееся всеобщего характера относительности движения, в том числе вращательного движения. Он писал: «По моему существует лишь относительное движение... Когда тело вращается относительно неподвижных звезд, возникают центробежные силы; если же оно вращается относительно какого-то тела, но не вращается относительно неподвижных звезд, то никаких центробежных сил не появляется. Я не имею ничего против того, чтобы назвать первое вращением, если под этим не понимать ничего более, чем относительное вращение, т.е. вращение относительно неподвижных звезд».

Высказанные Махом соображения по поводу всеобщего характера принципа относительности тесно связаны с его позицией в толковании природы инерции. По мнению Маха, инерция тел обуславливается совокупным влиянием вещества Вселенной. Получается так, что если это вещество удалить, то, согласно Маху, свойство инерции рассматриваемого пробного тела должно исчезнуть. Таким образом, свойство инерции тела, как и его свойство движения, может быть зафиксировано в виде физического факта лишь при условии, что имеется некоторое другое тело, относительно которого это свойство обнаруживается. Различие только в том, что, по Маху, этим другим телом, относительно которого обнаруживается свойство инерции, должно быть все вещество Вселенной, т.е. вся остальная Вселенная.

Мысль эта и в самом деле очень важная. В ней явным образом просвечивает фундаментальность экологического принципа. Оказывается, что не только живые организмы, но и физические объекты существуют лишь благодаря их взаимодействию с окружающей природной средой. Для физических объектов природной средой является вся Вселенная.

Любопытно, однако, отметить, что сам Мах относился к своему принципу несколько настороженно. Например, когда физики указывали ему на невозможность проявления каких-либо сил инерции в пустой Вселенной, то Мах не торопился соглашаться с этим очевидным следствием своего принципа. Его реакция по большей части была уклончивой. Обладая гро-

мадной интуицией, Э. Мах, как отмечают физики и астрономы, «слишком часто высказывал лишь весьма расплывчатые и неточные суждения и предположения» [75]. Несомненно, что, опираясь на свою интуицию, Мах усмотрел какую-то глубинную связь между силами инерции и явлением относительности, но так и не сумел ясно изложить свою мысль, в сущности, выходящую за рамки традиционной физической парадигмы. Впоследствии физики много раз пытались уточнить смысл принципа Маха, давая ему различные интерпретации. Пытался это сделать и Альберт Эйнштейн, создав общую теорию относительности (ОТО), но, как оказалось после тщательного анализа уравнений ОТО, эта теория не содержит в себе принцип Маха. Такой вывод сделан, в частности, в работе Я. Зельдовича и И. Новикова: «Итак, принципа Маха в общей теории относительности нет. Поэтому нельзя согласиться с теми, кто общую теорию относительности считает теорией, подтверждающей принцип Маха» [35]. Попытки модификации ОТО в направлении ассимиляции ею идей Маха предпринимались Р. Дикке, Дж. Уилером и рядом других физиков, но так и не увенчались успехом. Стало ясно, что в самом основании ОТО есть нечто такое, что делает принципиально несовместимой общую теорию относительности Эйнштейна с принципом Маха.

Действительно, уравнения Эйнштейна благополучно сохраняются и могут быть использованы в ситуации, когда в пространстве остается лишь одна материальная точка. Более того, они претендуют на описание некой реальности и при полном отсутствии вещества, становясь в математическом отношении даже более изящными. Кроме того, мы знаем, что в пустом пространстве справедлива специальная теория относительности, где тела тем не менее обладают инерцией. И это означает, что Эйнштейн с самого начала выбрал теоретическую стратегию, которая все более (и быть может даже, против воли самого Эйнштейна) отдаляла его от принципа Маха.

Ныне большинство физиков, двигаясь следом за Эйнштейном, склонны полагать, что Мах попросту ошибался, и что по мере подтверждения и дальнейшего развития концепции релятивизма сам принцип Маха будет окончательно похоронен. Те же Я. Зельдович и И. Новиков пишут, что «каждое подтверждение теории относительности есть удар по принципу Маха» [34]. В этом высказывании ясно просматривается признание того, что принцип Маха и концепция относительности вообще несовместимы друг с другом. И если учесть, что чуть ли не вековое усилие весьма уважаемых ученых использовать принцип Маха в релятивистской физике потерпело фиаско, то высказанное Зельдовичем и Новиковым положение и в самом деле представляется справедливым.

Мах действительно ошибался, стремясь уловить связь между явлением инерции и относительностью. Но отсюда вовсе не следует, что он ошибался в своей попытке объяснить явление инерции отдельного тела, апеллируя к влиянию удаленного вещества Вселенной. Здравая сторона идеи состоит здесь в том, что имеется попытка объяснить отдельные свойства тел влия-

нием природного окружения. В сущности в принципе Маха мы видим заявку на экологический подход к исследованию физических систем, которую можно было бы только приветствовать.

Теория относительности не содержит в себе такого подхода. А между тем, уже в рамках ньютоновской механики обнаруживаются такие теоретические феномены, которые явным образом указывают на возможность дальнейшего развития физической теории в духе маховских идей, т.е. в рамках экологического подхода.

Имеет смысл вспомнить в этой связи так называемую теорему вириала, открытую еще в 1870 г. Р. Клаузиусом. Теорема гласит, что во всякой связанной системе движущихся тел, находящихся в состоянии динамического равновесия, средняя во времени энергия их связи друг с другом по своей абсолютной величине в 2 раза больше средней по времени суммарной кинетической энергии движения тел относительно друг друга, т.е. $2\bar{K} = -\bar{U}$, где через K обозначена кинетическая энергия системы, а через U – энергия связи системы, являющаяся по своему смыслу величиной отрицательной.

Применим теорему вириала для случая находящейся в равновесии гравитационной системы, состоящей из конечного числа тел. Очевидно, что для бесконечного числа тел теорема теряет смысл хотя бы уже потому, что кинетическая энергия такой гравитационной системы становится бесконечной. Однако смысл теоремы сохраняется, если мы переходим к гравитационной системе, состоящей из двух тел. Было бы странно, если бы это было не так. Заметим, что для случая одного тела теорема вириала снова становится бессмысленной, поскольку теперь становится равной нулю энергия гравитационной связи. И вот мы имеем уже первый намек на принцип Маха: кинетическая энергия одиночного тела, если строго следовать смыслу теоремы, тоже должна быть равной нулю, хотя в соответствии с первым законом механики (принцип инерции) тело могло бы двигаться равномерно и прямолинейно, имея отличную от нуля кинетическую энергию. Выходит, что покой и прямолинейное равномерное движение понятия все же так не совсем эквивалентные. Если же мы будем настаивать на строгой эквивалентности этих понятий, то в случае не равной нулю скорости теорема вириала вынудит нас положить равной нулю массу тела. Таким образом, если нет второго тела, то не должно быть и первого. Одиночное тело не имеет право на существование.

Рассмотрим более детально задачу двух тел. Систему двух тел, связанных гравитацией, можно условно считать моделью нашей Вселенной, имея в виду, что количество тел во Вселенной – вопрос не принципиальный. Обратимся к обычной формулировке закона всемирного тяготения Ньютона:

$$F = G M_1 M_2 / R^2. \quad (3.1)$$

Здесь M_1 и M_2 – массы взаимодействующих двух тел, R – расстояние между телами, G – гравитационная постоянная.

Покажем, что этот закон Ньютона, по крайней мере, не исключает саму идею Маха. Например, следуя этой идее, можно требовать, чтобы из условия $\mathbf{F} = \mathbf{0}$ (взаимодействие между телами отсутствует) вытекало $\mathbf{M}_1 = \mathbf{M}_2 = \mathbf{0}$. Иными словами, в отсутствии гравитационного взаимодействия оба наших тела должны прекратить свое существование. Более того, в этом утверждении фактически содержится закон сохранения массы во Вселенной. В самом деле, если при $\mathbf{M}_1 = \mathbf{0}$ оставалось бы еще тело $\mathbf{M}_2 \neq \mathbf{0}$, то это означало бы, что первоначальная масса Вселенной, равная $\mathbf{M} = \mathbf{M}_1 + \mathbf{M}_2$ изменилась на величину $\mathbf{M}_2$ и стала $\mathbf{M} = \mathbf{M}_1$. Требование $\mathbf{M}_1 = \mathbf{M}_2 = \mathbf{0}$ кажется более логичным, ибо если исчезает Вселенная, то исчезают и законы сохранения.

Заметим далее, что сила гравитационного взаимодействия $\mathbf{F}$ не может быть единственным фактором отношения между телами $\mathbf{M}_1$ и $\mathbf{M}_2$. В самом деле, если нет более ничего, кроме сил притяжения, то тела $\mathbf{M}_1$ и $\mathbf{M}_2$ просто упадут друг на друга (сколлапсируют), после чего в соответствии с идеей Маха, должны будут исчезнуть, поскольку образуется одно единственное тело. Таким образом, для существования нашей Вселенной важно соблюдение условия $\mathbf{R} \neq \mathbf{0}$: при любых обстоятельствах она должна иметь пространственные размеры в отличие от материальной точки. Условие это может быть соблюдено лишь в том случае, если наши тела обращаются вокруг центра масс с некоторыми скоростями, что порождает силы инерции в виде центробежных сил, уравнивающих силу притяжения. Существование в природе сил инерции, таким образом, тоже является фундаментальным условием существования Вселенной. Примем для простоты, что каждое из тел движется по круговой орбите относительно центра масс Вселенной со скоростями $\mathbf{V}_1$ и $\mathbf{V}_2$. Это значит, что при более высоких скоростях тела будут удаляться друг от друга на бесконечно большое расстояние, что приведет к разрушению нашей Вселенной, ибо при $\mathbf{R} \rightarrow \infty$ сила гравитационного взаимодействия $\mathbf{F}$ стремится к нулю со всеми вытекающими отсюда последствиями. Таким образом, для того, чтобы существовать, наша Вселенная помимо всего прочего должна быть конечной.

Теперь после всего вышесказанного, можно приступить к рассмотрению некоторых особенностей феномена пространственного существования нашей Вселенной. Условием ее существования является, как уже говорилось, баланс сил гравитации и инерции. Выпишем этот баланс:

$$\mathbf{M}_1 \mathbf{V}_1^2 / \mathbf{R}_1 = \mathbf{G} \mathbf{M}_1 \mathbf{M}_2 / (\mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2)^2 = \mathbf{M}_2 \mathbf{V}_2^2 / \mathbf{R}_2, \quad (3.2)$$

где $\mathbf{R}_1$ и $\mathbf{R}_2$ – расстояния первого и второго тел от центра масс Вселенной соответственно. Причем $\mathbf{R} = \mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2$. Центр масс Вселенной задается условием:

$$\mathbf{M}_1 \mathbf{R}_1 = \mathbf{M}_2 \mathbf{R}_2. \quad (3.3)$$

Из равенств (3.2) и (3.3) путем несложных преобразований можно получить следующие выражения для скоростей V_1 и V_2 :

$$V_1^2 = (GM/R)(1 - M_1/M)^2; \quad V_2^2 = (GM/R)(1 - M_2/M)^2. \quad (3.4)$$

Нетрудно убедиться в том, что выражения (3.4) приводят к формулировке вышеупомянутой теоремы вириала, если ввести обозначения $K = M_1 V_1^2/2 + M_2 V_2^2/2$, $U = -GM_1 M_2/R$. После несложных преобразований можно получить уже известное нам равенство: $-2K = U$.

Из выражений (3.4) вытекает также чрезвычайно важный вывод о том, что в рамках нашей Вселенной существует верхний предел для скоростей переноса массы. В самом деле, при неограниченном уменьшении массы M_1 скорость V_1 стремится к пределу:

$$(V_{\max})^2 = GM/R. \quad (3.5)$$

Естественно, что точно такой же результат мы получим и при неограниченном уменьшении массы M_2 , поскольку M_1 и M_2 связаны соотношением $M = M_1 + M_2$.

Как видим, существование верхнего предела для скорости переноса массы во Вселенной связано со значением гравитационного потенциала, создаваемого всеми массами Вселенной в области, где происходит этот перенос. В нашем случае это пограничные области Вселенной, обладающей размером R . Очевидно, ничто нам не мешает подобрать массу и размеры Вселенной так, чтобы верхний предел скорости переноса массы был равен скорости света, поскольку современные данные свидетельствуют о том, что именно эта скорость является предельной в нашей реальной Вселенной или, по крайней мере, в ее наблюдаемой части. Тогда имеем:

$$C^2 = GM/R, \quad (3.6)$$

где C – скорость света.

Надо заметить, что соотношение (3.6) уже давно является загадкой для специалистов в области гравитации и космологии. Целый ряд исследователей, пытавшихся в свое время проанализировать возможные последствия принципа Маха в рамках традиционного релятивизма, странным образом наткнулись на требование (3.6).

В этой связи можно упомянуть об известной формуле Д. Сиами, полученной им еще в 1953 г. для силы инерции, вызванной ускорением a удаленного вещества с массой M относительно пробного тела с массой m :

$$F \approx GMm a / R C^2, \quad (3.7)$$

где под R Д. Сиама полагал меру радиуса Вселенной.

Легко видеть, что это выражение согласуется с обычным выражением для второго закона Ньютона $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ только в том случае, если выполняется требование (3.6). Это же требование неожиданно всплыло при рассмотрении эффекта Лензе-Тирринга в общей теории относительности, рассматриваемого в работе Р. Дикке «Многоликий Мах» [27].

Весьма любопытно высказывание самого Р. Дикке в связи с этими фактами: «Дело обстоит так, как будто Вселенная является гигантской следящей системой, непрерывно и автоматически подгоняющей значения масс частиц к таким величинам, чтобы выполнялось уравнение обратной связи $\mathbf{GM}/R\mathbf{C}^2 = 1$ » [27, с. 247]. Об обратной связи Дикке говорит, видимо, имея в виду двустороннее отношение между телом и Вселенной как неким целым. В самом деле, выше уже упоминалось, что, с одной стороны, Вселенная, в соответствии с принципом Маха, своим влиянием обуславливает существование отдельных тел, а, с другой стороны, свойство инерции тел, проявляющееся в центробежных силах, совершенно необходимо для того, чтобы могла существовать Вселенная. В отсутствии этих сил произошел бы ее коллапс.

Если равенство (3.6) домножить с обеих сторон на массу m какого-либо тела Вселенной, то получим равенство между так называемой полной энергией этого тела E и взятой со знаком минус энергией гравитационной связи этого тела с массами Вселенной U :

$$E = mC^2 = \mathbf{GM}m/R = -U. \quad (3.8)$$

Полученное выражение (3.8), очевидно, справедливо всегда, и совершенно неважно, зависит ли масса m от каких-либо иных факторов, в частности, от скорости тела, поскольку m содержится в формуле с обеих сторон.

Кроме того, из выражения (3.8) видно, что знаменитая формула $E = mC^2$ может быть получена без обращения к релятивистской парадигме. Самое же главное состоит в том, что в отличие от релятивистской концепции движения, согласно которой погруженное в пустое пространство тело обладает какой-то «внутренней» потенциальной энергией, мы видим, что действительный смысл полной энергии тела определяется через понятие энергии связи данного тела с телами Вселенной, т.е. речь должна идти, в действительности, о «внешней» потенциальной энергии.

Соотношение (3.8) не теряет своего смысла и в том случае, если равенство (3.6) мы домножим с обеих сторон на величину M . Тогда соответственно получаем $\mathbf{MC}^2 = \mathbf{GM}^2/R$, откуда следует, что энергия Вселенной $E + U$, которую по праву можно было бы назвать полной, оказывается равной нулю. И это вполне естественно, иначе наша Вселенная в принципе могла бы выполнять работу над какими-то «внешними» объектами, которых в принципе нет. Если принять во внимание, что Вселенная как целое не может быть включенной в какие-либо «внешние» отношения, то она не может обладать и какими-либо физическими свойствами, в том числе энергией.

Уместно будет сказать, что к подобным же выводам приходит и Р. Фейнман в своих лекциях по гравитации. В частности, он пишет: «...Мы получаем чрезвычайно интересный результат, что полная энергия Вселенной равна нулю. Почему так должно быть, является одной из величайших тайн – и, следовательно, одним из важнейших вопросов физики. После всего этого можно задать вопрос, что мы должны были бы изучать в физике, если подобные тайны не являются столь важными, чтобы их исследовать» [99].

Как это ни покажется парадоксальным, Вселенная как целое не может пребывать и в состоянии вращения. Угловая скорость вращения Вселенной по логике вещей должна быть равной нулю. И это, тем не менее, тоже естественно, иначе бы мы пришли в противоречие с принципом Маха. В самом деле, если бы угловая скорость вращения Вселенной была отлична от нуля, то это означало бы, что существует более универсальная система отсчета, относительно которой вращается наша Вселенная. Между тем, нет более универсальной системы отсчета, чем та, которая связана с центром масс Вселенной, т.е. с самой Вселенной. Эта система отсчета является абсолютной, физически привилегированной. Кстати, факт равенства нулю угловой скорости вращения Вселенной установлен с высокой степенью точности в опытах по измерению анизотропии реликтового излучения [2, 129].

3.2. Гравитация как «универсальная среда обитания» физических объектов

Обратимся теперь снова к формуле (3.5) для предельной скорости переноса массы в гравитационной модели Вселенной. Существование такого предела возможно при самых различных величинах $\mathbf{M}$ и $\mathbf{R}$, имеющих физический смысл, т.е. отличных от нуля и бесконечности. Иными словами, верхний предел для скорости переноса массы должен иметь место в любых моделях Вселенной. Причем в любых таких моделях естественным образом выделена система отсчета (центр масс Вселенной), которую можно считать абсолютной. И таким образом получается, что само существование предельных скоростей, с одной стороны, является косвенным свидетельством конечности Вселенной, а, с другой стороны, исключает универсальный характер принципа относительности в его привычной, классической форме.

Удивительным кажется то, что все эти выводы мы можем делать, не покидая рамок ньютоновской механики. Более того, именно в этих рамках содержится самый прозрачный намек на принцип Маха и его возможное значение для разработки экологической парадигмы в физической теории.

Наложение на механику Ньютона «релятивистского одеяла» сделало этот намек гораздо менее прозрачным, и с переходом к общей теории относительности идеи Маха приобрели настолько латентный характер, что докопаться до них стало весьма сложным делом, а воплощение их в теоретических моделях стало вообще невозможным.

Движение в направлении от принципа Маха к принципу относительности сопровождалось резким усложнением математического языка в физических исследованиях. Из-за утраты правильного курса в развитии теоретической мысли мы стали вынуждены говорить о физических вещах все более сложным математическим языком, предметная интерпретация которого превратилась в мучительный процесс. Это, в частности, хорошо ощущается по текстам «Фейнмановских лекций по гравитации», о которых уже упоминалось выше.

Апофеозом математической инфляции в физической теории стала общая теория относительности. Однако в отличие от математизированной теории планетных эпициклов известной системы Птолемея, которая подтверждалась многовековой астрономической практикой, ОТО подтверждается несколькими опытами, точность которых сомнительна и которые в принципе допускают различные толкования. Главное и, возможно, решающее предсказание ОТО (существование так называемых «черных дыр») пока ничем не подтверждается. Об этом, в частности, говорилось на научной сессии Отделения физики и астрономии РАН, состоявшейся 28 февраля 2001 г. в Физическом институте им. П.Н. Лебедева [108].

Если попытаться выстроить физическую теорию, реально опирающуюся на идеи Маха, то, надо полагать, обрушится не только здание ОТО, но должна будет реконструирована, а, скорее всего, поставлена под сомнение даже специальная теория относительности, поскольку, следуя принципу Маха, мы приходим не только к выводу о существовании предельных скоростей переноса массы во Вселенной, но и, как уже говорилось, о существовании физически привилегированной (абсолютной) системы отсчета, связанной с центром масс Вселенной. Тогда возникший в современной физике феномен «эпициклов» в виде многомерных миров, гравитонов и гравитационных волн, «кротовых нор» Дж. Уилера, суперсимметрии, теории струн и суперструн, перетурбативных механизмов и т.д., начнет ослабевать и постепенно затухнет.

Современная математика дает гораздо больше возможностей строить лишённые физического смысла теоретические модели, чем это было во времена Птолемея, и потому нынешняя «теория эпициклов» сумела в исторически короткое время превратиться в чудовищного монстра, перед которым физики вынуждены почтительно расшаркиваться, чтобы поддерживать хотя бы на минимальном уровне свою репутацию.

А теперь давайте посмотрим повнимательнее еще раз на удивительное и таинственное соотношение $C^2 = GM/R$. Оно наводит на мысль, что верхний предел скорости переноса массы во Вселенной (скорость света) определяется величиной гравитационного потенциала. Из этого соотношения видна также скалярная природа гравитационного потенциала. Важная особенность скалярных полей в том, что они не могут быть скомпенсированы в отличие от силовых (векторных) полей. Так, например, силовое гравитационное поле при продвижении к центру однородного шара стремится к

нулю (в силу эффекта компенсации), тогда как поле гравитационного потенциала, напротив, увеличивается в 1,5 раза по отношению к потенциалу на поверхности шара. Таким образом, в любой точке (x,y,z) в пределах пространственного ареала Вселенной скалярное поле гравитационного потенциала не может обратиться в нуль. Возникает вопрос, почему бы не допустить, что скалярное поле гравитационного потенциала в пространственном ареале Вселенной, описываемое функцией $\Phi(x,y,z)$, и есть та самая среда, которая поддерживает существование световых явлений в нашей реальной Вселенной?

Именно по этому пути пошел наш замечательный физик В.Л. Янчилин [117], положив в качестве фундаментального закона природы выражение:

$$C^2 = -\Phi(x,y,z). \quad (3.9)$$

Постулирование данного соотношения, в котором гравитационный потенциал Φ рассматривается как всюду отрицательная величина в соответствии с его физическим смыслом, имеет ряд чрезвычайно важных следствий.

Прежде всего, мы сразу же видим, что скорость света как физическая величина, определяемая исключительно значением величины гравитационного потенциала, перестает быть зависимой от скорости движения наблюдателя, ибо величина гравитационного потенциала не может зависеть от движения наблюдателя. Но зато скорость света становится теперь функцией пространственных координат в пространстве Вселенной. Скорость света возрастает в областях, где скалярное поле гравитационного потенциала усиливается по своей абсолютной величине, например, вблизи скопления масс, и, наоборот, стремится к нулю (свет останавливается) в областях, где становится близким к нулю значение гравитационного потенциала.

Если ареал распространения скалярного поля гравитации рассматривать как феномен пространства, то мы приходим к представлению о том, что наше физическое пространство может определяться как множество точек (x,y,z) , в которых $\Phi(x,y,z) \neq 0$. Причем существует глобальный пространственный масштаб (своего рода эталон протяженности), определяемый величиной $R = GM/C^2$, где M – масса Вселенной. Как видим, этот эталон совпадает с размерами Вселенной. За пределами Вселенной абсолютная величина гравитационного потенциала убывает обратно пропорционально расстоянию от массы M , стремясь к нулю на бесконечности. И лишь в этом смысле можно говорить, что пространство «бытия Вселенной» является бесконечным. Стоит подчеркнуть, что пространственная бесконечность в данном случае определена не как актуальная, а как потенциальная. Пространство как бы содержит «внутри себя» Вселенную, которую можно считать конечной лишь в смысле конечного пространственного масштаба R .

Но, обратите внимание, теперь пространство не является тем абсолютным (актуально бесконечным) вместилищем материальных объектов, ка-

ким оно было в ньютоновской механике. Пространство исчезает, если исчезают эти материальные объекты, ибо исчезает связанное с этими объектами скалярное поле гравитации. Без гравитации пространство не существует: таково логическое следствие реализации принципа Маха (экологического принципа) в физике. И это положение, кстати говоря, полностью противоречит представлению об искривленном пространстве эйнштейновской теории гравитации.

В самом деле, по Эйнштейну, именно эффекты кривизны пространства (но не само пространство) обусловлены присутствием гравитации. И это значит, что понятие пространства нам придется сохранить и тогда, когда гравитация полностью отсутствует.

С новой точки зрения понятие искривленного пространства становится физически бессмысленным как является бессмысленным понятие искривленного скалярного поля гравитации. Это поле может быть однородным и анизотропным, но не может быть искривленным. Искривленной может быть только траектория, но не пространство.

В этой связи необходимо заметить, что пространство вообще не может обладать такими свойствами как однородность или неоднородность. Это видно уже из приведенного выше определения пространства. Указанными свойствами может обладать лишь некоторая материальная субстанция. И уж совсем плохо, когда явление гравитации трактуется как неоднородное пространство. Так поступает, например, Б.И. Пещевский в работе [73]. Кстати говоря, скалярное поле гравитационного потенциала может быть однородным в тех или иных областях Вселенной, но это отнюдь не является признаком отсутствия гравитации. Связывать понятие гравитации с неоднородным пространством – значит отдавать дань методологически спорным представлениям о сущности пространства. Фактически это движение по методологически опасному пути, проложенному Эйнштейном.

Заметим далее, что в нашей Вселенной существует не только глобальный пространственный масштаб R , но также и глобальный временной масштаб (эталон времени). В роли такого эталона выступает время, в течение которого свет обегает нашу Вселенную, а именно:

$$T = 2\pi R/C. \quad (3.10)$$

В современной космологии принято отождествлять это время с возрастом Вселенной, что вряд ли уместно. Вселенную можно уподобить часам, «тикающим» с частотой $\nu = 1/T$. По мере удаления от нашего «Вселенского острова» свет начинает останавливаться (его скорость стремится к нулю). Постольку время, измеренное в масштабе T , будет стремиться к бесконечности. И лишь в этом смысле время «бытия Вселенной» является бесконечным. И опять-таки стоит подчеркнуть, что временная бесконечность в данном случае определена не как актуальная, а как потенциальная: природа вообще не терпит актуальных бесконечностей.

Важнейшее отличие понятия времени от понятия пространства состоит в том, что пространство определяется множеством точек (x, y, z) , в которых $\Phi(x, y, z) \neq 0$, тогда как время определяется не множеством точек на некоторой абстрактной временной оси, а всегда лишь одной «точкой» t , отмеченной на «циферблате» нашей Вселенной, уподобленной, как уже говорилось, некоему часовому механизму. Можно сказать, что время течет по кругу нашего «циферблата» в виде точки, и потому у времени не бывает ни начала, ни конца. Следовательно, говорить о возрасте Вселенной, т.е. о начале ее существования, попросту бессмысленно, равно как и о конце ее существования. Секрет прост: если Вселенная исчезает, то исчезают и часы.

С учетом всего вышесказанного, уподоблять временную координату пространственной в рамках пространств Минковского и Римана, как это делается в теории относительности (специальной и общей), не вполне корректно именно с физической точки зрения. Никакого пространственно-временного континуума в реальной действительности нет. Мы могли его допустить лишь как математическую абстракцию. И в этом состоял первый шаг к построению нынешней «теории эпициклов», т.е. к замещению математикой физического смысла бытия.

В.Л. Янчилину удалось получить вариант теории гравитации, который он не совсем удачно назвал квантовой теорией гравитации. Более адекватным существу дела было бы название «экологическая теория гравитации», поскольку эта теория некоторым образом ассимилировала в своей логической структуре экологический по своему смысловому содержанию принцип Маха. Несомненная заслуга В.Л. Янчилина состоит в том, что он последовательно вскрывает многие ошибки общей теории относительности с высокой степенью убедительности. При этом он предлагает простой эксперимент в земных условиях, с помощью которого можно установить предсказываемый в рамках экологической теории гравитации эффект замедления хода часов по мере подъема в гору [120]. В рамках общей теории относительности, как известно, ход часов при подъеме в гору, напротив, должен возрастать. Будем надеяться, что такой эксперимент будет поставлен в не слишком отдаленном будущем.

Однако не только подтверждение теории экспериментом является критерием ее истинности. Эксперимент, строго говоря, вообще не может быть критерием истины. И даже практика может быть критерием истины лишь в исторической (т.е. потенциальной) бесконечности. Вспомним, что теория эпициклов Птолемея подтверждалась наблюдениями в течение 14 столетий. И тем не менее от нее пришлось отказаться в пользу простой и ясной теории Коперника-Кеплера. Таким образом, можно считать, что косвенным критерием истины является еще и простота теории. Усиленная математизация физической теории (так сказать ее математическая инфляция) свидетельствует о явном неблагополучии такой теории. Это явный намек на то, что физическая теория пошла неправильным путем. Точно так же, явление финансовой (денежной) инфляции в экономической сфере спо-

собно служить указанием на то, что организация хозяйственной деятельности пошла неправильным путем. Функция математического языка в физике во многом напоминает функцию денег в экономике. Подобно тому, как в экономике мы замещаем натуральные ценности денежными знаками, так и в физике мы замещаем физические объекты математическими знаками. И как в экономике возникает феномен виртуальных денег, т.е. денег, за которыми нет никаких реальных материальных ценностей, так в физике в условиях математической инфляции возникает феномен виртуальных физических объектов, процессов, отдельных свойств, за которыми не скрывается в общем-то никакой объективной реальности.

Построенная В.Л. Янчилиным теория не страдает математической инфляцией. Тем не менее, следует заметить, что определенная опасность инфляции в ней пока еще сохраняется. Автор пока что безоговорочно принимает на веру в новой теории гравитации некоторые формулы специальной теории относительности, в частности, известное соотношение:

$$m = m_0 / (1 - V^2/C^2)^{1/2}, \quad (3.11)$$

где m_0 – масса покоя, а m – так называемая масса движения тела, V – скорость движения тела относительно наблюдателя.

Физический смысл этого положения в рамках экологической теории гравитации (ЭТГ) становится не вполне ясным. Дело в том, что все тела Вселенной пребывают в «состоянии невесомости» и, следовательно, могут рассматриваться как инерциальные системы отсчета. Вселенная, в сущности, сплошь состоит из инерциальных систем отсчета. И тем не менее все они физически неравноправны. Существует очевидный критерий преимущественности систем отсчета: из двух систем отсчета преимущественной будет та, которая связана с более массивным телом или системой тел. Если не принимать во внимание этот критерий, то теорию эпициклов Птолемея и теорию Коперника мы должны были бы полагать как физически равноценные. И если бы это на самом деле было так, то не было бы никаких серьезных оснований отказываться от системы Птолемея и заменять ее на систему Коперника. Остались бы разве только соображения математического удобства как необходимого и достаточного критерия предпочтения, с чем вряд ли кто захочет согласиться.

В связи с этим имеет смысл продемонстрировать некоторые «физические неудобства» при использовании формулы (3.11) в ЭТГ. Прежде всего заметим, что при движении тела в гравитационном поле его масса остается неизменной, несмотря на изменения скорости. Например, планеты, двигаясь вокруг Солнца, существенно изменяют скорость своего движения от минимальной в афелии до максимальной в перигелии, не изменяя, однако же, величины своей массы. Происходит это из-за того, что реальной причиной изменения энергии гравитационной связи U тела со всеми массами Вселенной при движении тела может быть только изменение гравитацион-

ного потенциала Вселенной от точки к точке, но не изменение самой массы, ибо в этом случае нарушался бы закон сохранения массы Вселенной. Поэтому в уравнении:

$$dU = d(m\Phi) = \Phi dm + m d\Phi \quad (3.12)$$

мы должны положить $dm = 0$, т.е. $m = \text{const}$, и считать $dU = m d\Phi$. Здесь d – знак дифференциала.

Если допустить, что существует «масса покоя» m_0 , то в силу того, что $m = \text{const}$, должно быть:

$$m_0 \gamma = \text{const}, \quad (3.13)$$

где введено обозначение $\gamma = (1 - V^2/C^2)^{-1/2}$.

Используем теперь ранее упомянутую теорему вириала: $-2K = U$, где K – кинетическая энергия тела. При малом изменении энергии гравитационной связи будем иметь:

$$-2dK = dU = m d\Phi. \quad (3.14)$$

Полагая $K = mV^2/2$, получим:

$$-dV^2 = d\Phi. \quad (3.15)$$

С другой стороны, используя закон $C^2 = -\Phi$, имеем:

$$dC^2 = -d\Phi. \quad (3.16)$$

Складывая (3.15) и (3.16), получим: $d(C^2 - V^2) = 0$. Или:

$$C^2 - V^2 = \text{const}. \quad (3.17)$$

Тогда соотношение (3.13) перепишется в виде: $m_0 C = \text{const}$. Или:

$$m_0(-\Phi)^{1/2} = \text{const}. \quad (3.18)$$

Как видим, «масса покоя» m_0 определяется исключительно значением гравитационного потенциала. Подобно скорости света, она не зависит от точки зрения наблюдателя (от системы отсчета). Но и «масса движения» m , как было показано выше, тоже не зависит от системы отсчета, оставаясь константой при движении в гравитационном поле. Более того, масса m не зависит даже от гравитационного потенциала. Именно из этих масс складывается Вселенная. И потому указанная независимость массы m отражает

независимость общей массы Вселенной от каких-либо условий: масса Вселенной, вообще говоря, может быть любой. Этим мы и воспользовались выше, когда применяли теорему вириала к условной Вселенной, состоящей только из двух тел. Похоже, что не существует таких физических законов, при помощи которых мы могли бы рассортировать возможные величины массы Вселенной на допустимые и недопустимые.

Что касается «массы покоя», то природа ее во многом остается неясной. Видно пока только одно: слово «покой» здесь не вполне уместно. Тем более, что скорость V рассматриваемого тела в контексте наших рассуждений есть скорость относительно центра масс Вселенной, где, собственно, и размещается наш наблюдатель, сам пребывающий в абсолютном покое. Если же мы, тем не менее, примем формулу (3.11) в теоретический арсенал экологической теории гравитации, то нам придется заменить прежнюю релятивистскую классификацию («масса покоя», «масса движения») на классификацию: «масса, зависящая от гравитационного потенциала» и «масса, не зависящая от гравитационного потенциала». Классификация эта кажется весьма искусственной и даже странной, поскольку первый вид массы мы вынуждены мыслить в составе второго.

Вполне возможно, что «масса покоя» выполняет в рамках ЭТГ роль виртуального феномена, присутствие которого обусловлено механическим переносом в теорию указанного «релятивистского элемента», т.е. формулы (3.11). Напомним, что принцип Маха несовместим с принципом относительности. И потому, если ЭТГ несовместима с общим принципом относительности, то она будет, в конечном счете, несовместимой и со специальным принципом относительности. И совсем неспроста в своей последней монографии [118] В.Л. Янчин уже посчитал возможным выделить отдельный параграф 9.5 с интригующим заголовком «Принцип относительности может оказаться неверным».

Дальнейшее развитие ЭТГ представляется исключительно актуальным делом, поскольку речь идет, по сути дела, о новой физической парадигме, способной вывести физику из концептуального и логического тупика, в котором она пребывает вот уже 100 лет.

Общим вектором движения могла бы служить ориентация ЭТГ на сближение с теорией электромагнитных явлений. Известно, что Эйнштейн практически всю свою творческую жизнь посвятил попытке (увы, безуспешной) объединения теории гравитации с теорией электромагнетизма, но так и не сумел этого сделать. Причины неудачи теперь достаточно ясны: это решение дилеммы «принцип Маха или принцип относительности» в пользу последнего принципа. Развитие физики в начале XX в. как бы прошло через точку бифуркации, и волей случая (а, возможно, и иной волей) попало на тупиковую ветвь.

Связь принципа Маха с явлениями электромагнетизма просматривается, прежде всего, в том, что функции предельной скорости переноса массы выпали именно на долю света, а не какого-либо иного физического объек-

та. К сожалению, принцип Маха затрагивает только пространственный аспект бытия Вселенной. В рамках этого аспекта оказалось невозможным определить ту минимально возможную массу тела, при которой достигается максимальная скорость переноса массы. Вспомним, соотношение $C^2 = GM/R$ было получено как предельное при условии $m \rightarrow 0$. Само же это соотношение является справедливым для любой массы, так как: $mC^2 = GmM/R$.

Как же тогда можно определить минимально возможную массу световой волны? Ведь если ее масса m в точности равна нулю, то ее энергия гравитационной связи с массами Вселенной тоже станет равной нулю, и свет, в соответствии с принципом Маха, должен прекратить свое существование как физический объект.

Выход из этой парадоксальной ситуации становится возможным, если вспомнить о двойственной природе света. Этот объект удивительным образом совмещает в себе гравитационную и электромагнитную сущность, т.е. является объектом гравитационной и электродинамики. В рамках электродинамики его энергия определяется соотношением:

$$E = h\nu, \quad (3.19)$$

где h – постоянная Планка, а ν – частота колебаний.

Иными словами, бытие света не ограничивается только пространственным аспектом. Феномен света – это еще и часы, «тикающие» с частотой ν , что и дает нам право рассматривать бытие световой волны также во временном аспекте. Если теперь мы выпишем равенство:

$$h\nu = GmM/R, \quad (3.20)$$

то, как легко видеть, величина m сохраняется в правой части, и ее можно вычислить.

Более того, можно вычислить и минимально возможное значение массы световой волны, если вспомнить, что наша Вселенная – это тоже часы, «тикающие» с частотой $\nu = 1/T = C/2\pi R$.

Естественно будет считать, что все существующие в природе объекты обязаны быть носителями не только массы, которая обеспечивает им пространственное бытие (в соответствии с принципом Маха), но и носителями «часового механизма», тикающего с некоторой частотой и обеспечивающего им бытие во времени. Иными словами, если формула $E = h\nu$ применима к световой волне, то она должна быть применима и ко всем остальным физическим объектам Вселенной.

Можно допустить, что двойственная природа физических объектов, открытая квантовой механикой (пресловутый корпускулярно-волновой дуализм) – это всего лишь двойственная природа их бытия, т.е. бытия в пространстве и времени. Но при этом должно быть соблюдено условие:

скорость хода часов всех мыслимых «часовых механизмов» в природе не может быть меньше, чем скорость хода «Вселенского механизма». Иными словами, для всех объектов Вселенной:

$$v \geq 1/T = C/2\pi R. \quad (3.20)$$

Равенство допускается лишь для световой волны: $v = C/2\pi R$.

Таким образом, можно считать, что $\hbar C/2\pi R = \hbar C/R$ – это минимально возможная энергия фотона. И тогда минимально возможная масса $m_{\min}$ во Вселенной может быть определена из соотношения:

$$\hbar C/R = Gm_{\min}M/R. \quad (3.21)$$

Отсюда видно, что «квант» массы во Вселенной имеет величину:

$$m_{\min} = \hbar C/GM. \quad (3.22)$$

Попутно заметим, что существование такого кванта массы раскрывает смысл постоянной тонкой структуры $\alpha = e^2/\hbar C$, где e – заряд электрона (минимальная единица электрического заряда). В самом деле, из формулы (3.22) вытекает следующее равенство:

$$1 = \hbar C/Gm_{\min}M = (\hbar C/e^2) \cdot (e^2/R)/(Gm_{\min}M/R). \quad (3.23)$$

Или:

$$\alpha = e^2/\hbar C = (e^2/R)/(Gm_{\min}M/R). \quad (3.24)$$

Здесь e^2/R – минимальная энергия электрической связи во Вселенной, а $Gm_{\min}M/R$ – минимальная энергия гравитационной связи, т.е.:

$$\alpha = (U_{\min})_{эл} / (U_{\min})_{гр}. \quad (3.25)$$

Как известно, $\alpha = 1/137$, так что минимальная энергия электрической связи во Вселенной оказывается в 137 раз меньше минимальной энергии гравитационной связи.

Однако для нас сейчас важно другое. А именно, характер поведения постоянной Планка в скалярном поле гравитационного потенциала. Как уже говорилось, масса тел обладает уникальным свойством: она не зависит от величины гравитационного потенциала. Все тела движутся в скалярном поле гравитационного потенциала Вселенной, сохраняя неизменной свою массу. Естественно, что это будет верно и для кванта массы. Но тогда из формулы (3.22) следует, что остается неизменной также величина $\hbar C$:

$$\hbar C = \text{const}. \quad (3.26)$$

Учитывая, что $C^2 = -\Phi$, получаем, что:

$$h \sim 1/(-\Phi)^{1/2}. \quad (3.27)$$

Здесь и выше аргументы (x,y,z) для краткости записи были опущены. И поскольку величина заряда, как и массы, не должна зависеть от гравитационного потенциала (иначе не будет выполняться закон сохранения заряда), то:

$$h = (e^2/\alpha) / (-\Phi)^{1/2}. \quad (3.28)$$

Кстати говоря, неизменность постоянной тонкой структуры α от величины гравитационного потенциала подтверждается наблюдениями так называемой тонкой структуры спектров, полученных от квазаров и радиогалактик – объектов, доставляющих нам информацию о далеком прошлом нашей Вселенной, когда ее скалярное поле гравитационного потенциала было существенно иным [58].

Зависимость постоянной Планка от гравитационного потенциала можно тоже считать фундаментальным законом природы. Этот закон естественным образом входит в разработанную В.Л. Янчиным экологическую теорию гравитации. Именно это обстоятельство определило первоначальное название «квантовая теория гравитации», от которого автор впоследствии отказался, предпочитая ввести новый термин «атомная теория гравитации».

И все же более адекватным существу дела названием теории В.Л. Янчилина следовало бы считать применяемый в данном тексте термин «экологическая теория гравитации». В рамках этой теории физические объекты существуют лишь постольку, поскольку взаимодействуют с телами Вселенной. Иными словами, имеет место единство физического объекта и природной среды, столь же важное и необходимое, как и единство живых организмов со средой своего обитания, известное в биологии с 1861 г., когда была опубликована работа И.М. Сеченова «Две заключительные лекции о значении так называемых растительных актов в животной жизни». Пятью годами позже идея единства организма и среды была продублирована в работе Э. Геккеля «Всеобщая морфология организмов» и появился термин «экология». Теперь мы вправе говорить об универсальности экологического принципа.

Есть достаточно серьезные основания считать, что с появлением экологической теории гравитации начинается отсчет новой эпохи в развитии физической теории, в которой найдет себе место новая физическая парадигма, т.е. иные концептуальные основания в построении физической картины мира. Эту новую парадигму естественно было бы назвать экологической.

И в самом деле, зависимость скорости света и особенно постоянной Планка от гравитационного потенциала Вселенной резко изменяет привычный взгляд на вещи. Вспомним, что с постоянной Планка связана мера

неопределенности в поведении объектов микромира. А поскольку по мере удаления от нашего «Вселенского острова» гравитационный потенциал стремится к нулю, то это означает нарастание неопределенности в поведении частиц или, как предпочитает говорить В.Л. Янчилин, Хаоса. Нарастание Хаоса можно понимать как наращивание степени разрушения пространства и времени. И это означает утрату права говорить даже о потенциальной бесконечности пространства и времени. Даже эти понятия, как оказывается, начинают терять свой смысл. В условиях неопределенности само пространство приобретает характер так называемого нечеткого множества, т.е. такого множества элементов, принадлежность к которому может быть определена лишь с некоторой вероятностью. Не исключено, что известный в математике аппарат нечетких множеств Заде может оказаться полезным при описании физического пространства в рамках ЭТГ.

Скалярное поле гравитации, таким образом, является той силой, которая уменьшает неопределенность в поведении физических объектов и ограничивает степень разрушения пространства и времени. Скалярное поле гравитации можно рассматривать как некую невидимую субстанцию (ее можно было бы назвать эфиром), благодаря которой обретает определенность наблюдаемый нами мир Вселенной.

Несколько неожиданным может показаться то, что в рамках ЭТГ реабилитируется прежняя ньютоновская идея о дальнодействии сил тяготения. На этом стоит остановиться несколько подробнее.

В самом деле, если строго следовать принципу Маха, то придется допустить, что взаимодействие между телами Вселенной носит характер дальнодействия, т.е. осуществляется мгновенно. Близкодействие означало бы возможность переноса массы гравитационным полем, и существование этой массы уже нельзя было бы объяснить, отталкиваясь от принципа Маха. Кроме того, это нарушало бы положение о неизменности массы тел при их движении в гравитационном поле, о чем уже говорилось выше. Любая гравитационная система теряла бы в этом случае свою массу в виде «излучаемых» системой гравитационных волн.

Проблема гравитационных волн, несущих энергию (а, следовательно, и массу) рассматривалась в течении длительного времени огромным числом авторов (А. Эйнштейн, А. Эддингтон, П. Дирак, Дж. Уилер и Д. Брилл, Р. Арновит, С. Дезер и К. Мизнер, В. Фок, П. Бергман, Дж. Плебанский, Б. Бертогги, Д. Иваненко, А. Соколов, А. Бродский, И. Новиков и др.), которые все сходились на признании реальности гравитационных волн. Однако до сих пор так и не найдено убедительных доказательств существования этого феномена.

Таким образом, все говорит за то, что гравитационных волн в природе не существует и что гравитационное взаимодействие между телами происходит мгновенно, т.е. с бесконечно большой скоростью. Но если учесть, что природа не терпит ни в чем актуальной бесконечности, то было бы правильнее говорить о том, что понятие скорости взаимодействия попросту не применимо к явлению гравитации. И в этом состоит его уникальность.

Гравитация, если ее трактовать с позиций принципа Маха, это прежде всего некоторый тип связи или отношения между телами, а не способ взаимодействия. Если человек привязан к дереву веревкой, то, наверное, никому не придет в голову исчислять скорость связи между человеком и деревом.

Гравитация – это «универсальная среда обитания» физических объектов, включая электромагнитные волны. И эта среда представлена скалярным полем гравитационного потенциала. Тела Вселенной совместно создают данную «среду обитания», пользуясь которой физические тела во Вселенной движутся так, как если бы они притягивались друг к другу с некоторой силой. Скалярное поле гравитации формирует пространство бытия вещей в виде связного множества точек, критерием принадлежности к которому является отличное от нуля значение гравитационного потенциала. И если в отношении пространства, описываемого этим связным множеством, нам не приходит в голову говорить о скорости этой связи, то подобным же образом нужно воспринимать и гравитацию, порождающую пространство Вселенной. Иными словами, если мы решили исходить из принципа Маха, то надобно осознать, что понятия «гравитационное взаимодействие», «гравитационные волны» и т.д. отныне лишены физического смысла.

Намек на глубинную связь между гравитацией и электромагнетизмом дает все тот же новый, фундаментальный по своей значимости закон $\mathbf{C}^2 = -\Phi$, где слева мы видим электромагнитный процесс в виде скорости света, а справа – гравитацию в виде скалярного поля гравитации. В ходе строительства мостика от гравитации к электромагнетизму произойдет, как можно думать, рождение новой теории элементарных частиц и новой космологии. Создание экологической теории гравитации В.Л. Янчилиным – лишь первый шаг по формированию новой физической (экологической) парадигмы. И очень важно подчеркнуть, что он уже сделан.

3.3. Электродинамика – экологический подход

В XX в. началась тотальная геометризация физических представлений и понятий. Более всего досталось теории тяготения. Гравитационное взаимодействие попросту растворилось в тензорном исчислении. Массы же, утратив свою традиционную функцию источников сил тяготения, обрели статус «особых точек» (так называемых сингулярностей) в римановом пространстве. В результате теоретическая физика густо обросла различного рода умозрительными схемами, разрослась в целую отрасль изощренной «математической схоластики». Интерпретация многих ее положений стала исключительно трудным (если не безнадежным) делом. Все это свидетельствует о глубоком кризисе физического знания. Оно как бы стало «знанием неизвестно о чем».

В этих условиях имеет смысл попытаться произвести реконструкцию понятийной системы физики, выстроить новую парадигму, учитывающую нереализованные возможности принципа Маха. Ранее было показано, что этот принцип способен стать источником такой новой парадигмы. Общие черты заложенной в данную парадигму объяснительной схемы довольно просты: существование любого физического объекта обусловлено его взаимодействием с окружающей природной средой. Экологическая подоплека этой схемы очевидна. И потому мы вправе говорить об экологической парадигме физического знания.

Как известно, принцип Маха был сформулирован применительно к области гравитационных явлений. Теперь настала пора двинуться дальше, а именно, показать (хотя бы в общих чертах), каким образом в рамках экологической парадигмы оказываются увязанными друг с другом гравитация и электромагнетизм, в чем состоит неполнота классической электродинамики и почему становится неизбежен ее переход в квантовую теорию (квантовую механику).

Перестройка физики в духе экологической парадигмы меняет сложившиеся представления о пространстве и времени, детерминизме и причинности, позволяет понять неудачи в области реализации программ построения так называемой единой теории поля.

Рассматривать массу тела как продукт связи этого тела с окружающей средой кажется делом непривычным, на первый взгляд даже абсурдным. Масса нам всегда представлялась не иначе как имманентной характеристикой тел, т.е. присущей им от природы, независимо от того, есть ли еще что-нибудь в этом мире или нет. Такой взгляд культивировался на протяжении всей истории физики. Принцип Маха несколько поколебал этот взгляд. Однако физики так и не сумели найти ему место в сложившейся системе физических представлений, заменив наметившуюся было экологическую парадигму в системе физического знания методологически несостоятельной концепцией эйнштейновского релятивизма.

Экологическая теория гравитации в значительной степени возродила и укрепила идеи Маха. Новый закон, постулируемый в этой связи В.Л. Янчиным, как уже говорилось, выглядит следующим образом:

$$C^2 = - \Phi(x,y,z), \quad (3.29)$$

где C – скорость света, $\Phi(x,y,z)$ – гравитационный потенциал. Важно подчеркнуть, что время t не может быть включено в функцию Φ в качестве дополнительного независимого аргумента.

В самом деле, гравитационный потенциал Φ обусловлен всеми массами Вселенной в каждой из точек пространства Вселенной, в том числе и в ее центре масс. Если бы Φ явно зависел от времени, то это указывало бы на подвижность центра масс Вселенной. Такое было бы возможным лишь

при рождении масс из ничего или при их превращении в ничто. Мы будем исходить из того, что масса Вселенной как целого неизменна (сохраняется) и что это фундаментальный закон природы.

Причем сохраняется не только общая масса Вселенной, но и масса всякого тела при его движении в гравитационном поле, независимо от того, в какой системе отсчета это движение рассматривается. Это было показано в предыдущем параграфе.

Справедливость последнего утверждения, в сущности, является логическим следствием постулата неподвижности Вселенной как целого, т.е. ее центра масс. Было бы еще точнее сказать, что к Вселенной как целому понятие подвижности (неподвижности) попросту неприменимо. И постольку, приняв принцип Маха, нам ничего не остается как согласиться с законом сохранения массы тел в гравитационном поле Вселенной. Потеря массы телом означает разрушение (частичное или полное) этого тела, и тогда мы будем иметь дело с какими-то другими телами.

Домножая равенство (3.29) на произвольную массу m , мы получаем более наглядное представление принципа Маха:

$$m = - U_r / C^2, \quad (3.30)$$

где $U_r = m\Phi(x,y,z)$ определяет энергию гравитационных связей тела, имеющего массу m , с массами Вселенной как некоторого целого.

Напомним: тот факт, что скорость C распространения электромагнитных волн определяется гравитационным потенциалом, указывает на фундаментальную связь между явлениями гравитации и электромагнетизма. Вспомним также о поразительной схожести закона всемирного тяготения Ньютона с законом Кулона в теории электричества.

В рамках экологической парадигмы логично будет допустить, что энергия электрических связей (обозначим ее через U_e) рассматриваемого (пробного) заряда с иными зарядами, выполняющих в совокупности функцию «среды обитания» нашего пробного заряда, тоже может быть ответственной за существование некой массы μ , определяемой формулой:

$$\mu = - U_e / C^2. \quad (3.31)$$

И поскольку любой объект, несущий электрический заряд q , включен в систему гравитационных и электрических связей, можно считать справедливой также формулу:

$$M = m + \mu = - U / C^2, \quad (3.32)$$

где $U = U_r + U_e$ – суммарная энергия гравитационных и электрических связей. В дальнейшем массу m будем именовать инертной, массу μ – инерционной, а массу M – полной.

Поскольку теперь оказывается, что массы физических объектов порождаются энергией связи U этих объектов с окружающей средой (электрической и гравитационной), то открывается возможность строить «безмассовую» физику, чем и воспользовался О.Н. Репченко [81], получив для энергии связей U уравнение:

$$d [(-U/C^2) \mathbf{u}] / dt = -\nabla U, \quad (3.33)$$

где $\mathbf{u}$ – скорость объекта, порождаемого этими связями, ∇ – оператор Гамильтона (оператор набла), и величина $-\nabla U$ имеет смысл градиента энергии связей. Если учесть, что величина $-\nabla U$ к тому же имеет размерность силы, то в уравнении (3.33) нетрудно разглядеть обобщенное выражение второго закона Ньютона. Роль «системы отсчета» естественным образом ложится на окружающую среду. Позже, когда будет получено соотношение между массами $\mathbf{m}$ и $\boldsymbol{\mu}$, мы уточним смысл этой фразы.

Сам О. Репченко определяет выражение (3.33) как «полевое уравнение движения». Однако следует заметить, что трактовка энергии связей в терминах некой полевой среды не кажется нам удачной. В действительности, здесь никаких полей в привычном смысле слова нет, и речь идет о связи физических объектов с некой физической средой, представленной другими объектами, т.е. о единстве объекта и окружающей среды (как в биологии). Величина энергии связи выступает своеобразной мерой этого единства, а уравнение (3.33) дает возможность описать его динамику. Есть поэтому определенный резон трактовать выражение (3.33) как уравнение экодинамики, чем и подчеркивается специфика нового подхода.

«Среда обитания» физического объекта, описываемая уравнением экодинамики, в общем случае оказывается составной. В ней присутствуют глобальный и локальный аспекты. Первый представлен всей Вселенной (гравитационная среда), второй – местными, локальными системами (электрическая среда). Локальность электрической среды обусловлена возможностями экранировки от воздействия электрического поля, что связано с существованием положительных и отрицательных зарядов, притяжения и отталкивания. Причем притяжение стимулирует рост массы $\boldsymbol{\mu}$, а отталкивание – ее уменьшение. С этим обстоятельством связан переменный характер инерционной массы. В гравитационной среде, где имеет место лишь притяжение, масса $\mathbf{m}$ предпочитает оставаться неизменной. В противном случае рост массы был бы необратимым процессом.

Локальная система может быть как открытой, так и замкнутой (или, как иногда говорят, консервативной). В последнем случае энергия связи объекта с окружающей средой становится функцией только пространственных координат, точнее, взаимного расстояния, и явно от времени не зависит ($\partial U / \partial t = 0$). Тогда скорость $\mathbf{u}$ объекта может быть истолкована как параметр, определяемый соотношением:

$$dU/dt = \mathbf{u} \nabla U, \quad (3.34)$$

где $\mathbf{u} = (dx/dt, dy/dt, dz/dt)$.

Умножая уравнение (3.33) с обеих сторон на $-\mathbf{u}$, и учитывая соотношение (3.34), получим:

$$\mathbf{u} \cdot d[(U/C^2) \mathbf{u}] / dt = -\mathbf{u} \nabla U = dU/dt. \quad (3.35)$$

Уравнение (3.35) легко преобразуется к виду:

$$d[U(1 - u^2/C^2)^{1/2}] / dt = 0. \quad (3.36)$$

Отсюда следует:

$$M(1 - u^2/C^2)^{1/2} = \text{const}, \quad (3.37)$$

где мы учли соотношение $M = -U / C^2$.

Принимая во внимание, что инертная масса m сохраняется, и переименовав лишь инерционную массу μ , мы, на основании полученного соотношения (3.37), приходим к выводу, что при $\mathbf{u} = \mathbf{0}$ должна исчезать именно инерционная масса ($\mu = 0$), и что константа, стоящая в соотношении (3.37) справа, есть не что иное как m .

В результате мы приходим к известной формуле:

$$M = m / (1 - u^2/C^2)^{1/2}, \quad (3.38)$$

и убеждаемся в том, что она отнюдь не «релятивистского происхождения».

Самое же главное состоит в том, что мы получаем выражение для инерционной массы:

$$\mu = m [(1 - u^2/C^2)^{-1/2} - 1]. \quad (3.39)$$

Из этой формулы вытекает множество неожиданных выводов. Во-первых, мы видим, что если у объекта отсутствует инертная масса m , то и $\mu = 0$. Это означает, что электрические связи (электромагнетизм) возможны лишь при наличии гравитационных связей (взаимодействий). Иными словами, существование гравитации есть необходимое условие существования электромагнитных явлений. Построить Вселенную из одних только электрических зарядов невозможно. Поэтому любая заряженная частица (например, электрон) обязана иметь отличную от нуля инертную массу. Тем самым решается давнишний спор о природе массы электрона. Во-

вторых, мы видим, что случай $\mathbf{u} = \mathbf{0}$ является признаком «выключения» электрических связей, ибо в этом случае $\boldsymbol{\mu} = \mathbf{0}$. Так что скорость $\mathbf{u}$ в уравнении (3.33) и соотношении (3.34), как теперь выясняется, определена относительно рассматриваемой локальной (а не глобальной) системы как целого. В-третьих, в мире, где остаются лишь гравитационные связи, применение формулы (3.38) становится незаконным. Она применима лишь к локальным (электрическим) системам. В-четвертых, величина $\boldsymbol{\mu}c^2$, которую можно трактовать как кинетическую энергию, численно совпадает с энергией электрических связей. При малых скоростях $\boldsymbol{\mu}c^2$ переходит в хорошо знакомую нам формулу $m\mathbf{u}^2/2$. Таким образом, можно сделать еще один неожиданный вывод: весь «мир движений», происходящих в нашем земном пространстве, поддерживается, в конечном счете, за счет энергии электрических связей. Природу сильных и слабых взаимодействий мы в данном аналитическом анализе пока не рассматриваем.

Движение, происходящее в космическом пространстве (например, в Солнечной системе) и обусловленное исключительно энергией гравитационных связей, описывается уравнением:

$$m d\mathbf{u}/dt = -\nabla U_{\text{г}}, \quad (3.40)$$

где учтено соотношение (3.30). Уравнение это можно рассматривать как точное в том смысле, что никаких «релятивистских обобщений» в данном случае не требуется, тем более, нет нужды прибегать к услугам римановой геометрии. Скорость $\mathbf{u}$ характеризует теперь движение тела в космическом пространстве, в той его области, для которой $-\nabla U_{\text{г}}$ отлично от нуля. Если это Солнечная система, то движение тела рассматривается относительно центра масс этой системы, т.е. практически относительно Солнца.

Вернемся теперь к исходному уравнению (3.33). Рассмотрим случай, когда локальная среда объекта (пробного заряда) сама как целое движется со скоростью $\mathbf{v}$ относительно Земли. Тогда уравнение (3.33) примет вид:

$$d[(U/C^2)(\mathbf{u}-\mathbf{v})] / dt = \nabla U. \quad (3.41)$$

Или:

$$d(U/C^2)\mathbf{u} / dt = \nabla U + d(U/C^2)\mathbf{v} / dt. \quad (3.42)$$

Второй член справа описывает дополнительную «силу», действующую на наш объект в силу подвижности локальной среды. Эту «силу» можно, следовательно, трактовать как силу инерции. Попробуем ее расшифровать, следуя упомянутой выше работе О.Н. Репченко. Поскольку мы ограничимся земным пространством, скорость света можно считать константой. Для начала раскроем полную производную:

$$d(Uv)/dt = \partial(Uv)/\partial t + (\partial(Uv)/\partial x) \cdot dx/dt + (\partial(Uv)/\partial y) \cdot dy/dt + (\partial(Uv)/\partial z) \cdot dz/dt. \quad (3.43)$$

Поскольку, как было определено ранее, $\mathbf{u} = (dx/dt, dy/dt, dz/dt)$, то выражение (3.15) можно переписать в более компактной форме:

$$d(Uv)/dt = \partial(Uv)/\partial t + (\mathbf{u}\nabla)(Uv). \quad (3.44)$$

Во втором члене скорость $\mathbf{v}$ можно вынести из-под знака оператора $(\mathbf{u}\nabla)$, поскольку феномен подвижности локальной среды по предположению не связан с положением рассматриваемого объекта. Так что:

$$(\mathbf{u}\nabla)(Uv) = v(\mathbf{u}\nabla U). \quad (3.45)$$

Далее. Используя известную формулу векторной алгебры для двойного векторного произведения, величину $v(\mathbf{u}\nabla U)$ можно представить в следующем виде:

$$v(\mathbf{u}\nabla U) = \mathbf{u} \times (\mathbf{v} \times \nabla U) + (\mathbf{u}\mathbf{v})\nabla U, \quad (3.46)$$

где « $\times$ » – знак векторного произведения. Кроме того, легко убедиться, что:

$$\mathbf{v} \times \nabla U = -\nabla \times (U\mathbf{v}). \quad (3.47)$$

Итак, сила инерции $\mathbf{F}_J = d(\mathbf{M}\mathbf{v})/dt$, действующая на рассматриваемый объект и возникающая благодаря подвижности локальной среды, состоит из следующих компонент:

$$\mathbf{F}_J = \partial(\mathbf{M}\mathbf{v})/\partial t - \mathbf{u} \times (\nabla \times \mathbf{M}\mathbf{v}) + (\mathbf{u}\mathbf{v})\nabla \mathbf{M}. \quad (3.48)$$

Напомним, что $\mathbf{M} = -\mathbf{U} / C^2$. Поскольку $\mathbf{M} = \mathbf{m} + \boldsymbol{\mu}$, где $\mathbf{m} = \text{const}$, $\boldsymbol{\mu} = -\mathbf{U}_s / C^2$, то формула (3.48) переписывается в виде:

$$\mathbf{F}_J = -(1/C^2) \partial(U_s \mathbf{v})/\partial t + (1/C^2) \mathbf{u} \times (\nabla \times U_s \mathbf{v}) - (1/C^2) (\mathbf{u}\mathbf{v})\nabla U_s. \quad (3.49)$$

Теперь остается сделать еще один шаг. А именно, вспомнить, что энергия электрической связи, порождающая массу $\boldsymbol{\mu}$, описывается формулой $U_s = q\phi$, где q – заряд рассматриваемого объекта, ϕ – электрический потенциал, создаваемый локальной (электрической) средой в точке размещения заряда q . Если к тому же ввести понятие векторного потенциала $\mathbf{A} = \boldsymbol{\phi}\mathbf{v}/C$, то в итоге получим формулу для сил инерции в виде:

$$\mathbf{F}_J = -(q/C) \partial \mathbf{A} / \partial t + (q/C) [\mathbf{u} \times (\nabla \times \mathbf{A})] - (\mathbf{u}\mathbf{v}/C^2) q \nabla \phi. \quad (3.50)$$

Или, вводя обозначения $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$, $\mathbf{E} = -\nabla\phi - (1/C) \partial\mathbf{A}/\partial t$, окончательно получаем:

$$\mathbf{F}_J = q\mathbf{E} + (q/C) (\mathbf{u} \times \mathbf{B}) + q(1 - \mathbf{u}\mathbf{v}/C^2) \nabla\phi. \quad (3.51)$$

В этом выражении явно выступают черты, хорошо знакомые из курсов по электродинамике. Здесь первый член характеризует собой силу, обусловленную электрическим полем $\mathbf{E}$ (аналог сил инерции, порожденных ускоренным движением), второй член – силу, обусловленную наличием магнитного поля $\mathbf{B}$ (аналог сил Кориолиса). В совокупности эти два члена представляют собой известную из электродинамики силу Лоренца. Третий член, который в классической электродинамике вообще отсутствует, выражает собой аналог центробежных сил. Все эти компоненты появились благодаря существованию локальных (электрических) связей наряду с глобальными (гравитационными). Без этих связей нам были бы известны лишь обычные механические силы инерции, связанные с массой $\mathbf{m}$. Теперь же, поскольку появилась добавочная (инерционная) масса μ , обнаружились, соответственно, и дополнительные силы инерции $\mathbf{F}_J$. Эти силы переменчивы (как и инерционная масса): зависят от скоростей взаимодействия объектов – пробного заряда q и источника электрического поля $\mathbf{E}$.

С учетом сказанного выше уравнение, описывающее динамику массы $\mathbf{M} = \mathbf{m} + \mu$ в условиях Земли при наличии локальных (электрических) связей, будет выглядеть так:

$$d(\mathbf{M}\mathbf{u}) / dt = C^2 \nabla\mathbf{M} + \mathbf{F}_J. \quad (3.52)$$

Учитывая, что $\nabla\mathbf{M} = \nabla(\mathbf{m} + \mu) = \nabla\mu = - (1/C^2) q \nabla\phi$, $\mathbf{F}_J = \mathbf{F}_{\text{лор}} + q(1 - \mathbf{u}\mathbf{v}/C^2) \nabla\phi$, где $\mathbf{F}_{\text{лор}}$ – классическая сила Лоренца, получаем уравнение:

$$d(\mathbf{M}\mathbf{u}) / dt = \mathbf{F}_{\text{лор}} - (\mathbf{u}\mathbf{v}/C^2) q \nabla\phi. \quad (3.53)$$

Здесь оказывается не только автоматически учтена так называемая «релятивистская» формула для массы, но появляется дополнительный член $(-\mathbf{u}\mathbf{v}/C^2) q \nabla\phi$. О.Н. Репченко, который первым обнаружил этот факт [81], справедливо считает, что именно отсутствие этого члена в классической электродинамике вынудил физиков обратиться к эйнштейновской доктрине релятивизма и преобразованиям Лоренца. Незамеченный в экспериментах указанный дефект электродинамики Максвелла (в силу малости упомянутого дополнительного члена) явился главной причиной введения в физику математического формализма специальной теории относительности, позволившего спрятать физическую несостоятельность этой теории и оправдать отказ от преобразований Галилея. Таким образом, в рамках экологической парадигмы классическая электродинамика Максвелла получается, наконец, надлежащую полноту. Кроме того, заметим также, что допол-

нительная сила инерции $q(1 - uv/C^2)\nabla\phi$ в полной мере объясняет открытый Г.В. Николаевым феномен «скалярного магнитного поля» [65]. То, что Г. Николаев называет скалярным магнитным полем и обозначает символом $H_{||}$, как раз и учитывается в уравнении (3.51). Если принять $H_{||} = -v/C \nabla\phi$, то добавка к лоренцовой силе будет иметь вид $(q/C)uH_{||}$ в точном соответствии с принятыми Г. Николаевым определениями [65]. Эта добавочная сила, как легко видеть, пропорциональна произведению зарядов (пробного заряда и заряда-источника поля). Поэтому предпринятая Г. Николаевым перестановка зарядов местами в формуле для данной силы особого значения не имеет.

В реальной действительности «скалярное магнитное поле» может проявлять себя весьма заметным образом. Есть, в частности, основания полагать, что именно оно имеет прямое отношение к природе шаровых молний, о чем пишет и сам Г. Николаев: «...Свойства таких природных электромагнитных образований как шаровых молний оказались полностью обусловлены ...свойствами неизвестного ранее науке скалярного магнитного поля» [65, с. 35]. Не исключено, что и иные необычные явления в природе, включая природные самосветящиеся образования, о которых говорится в монографии А.Н. Дмитриева, В.Л. Дятлова, А.Ю. Гвоздарева [28], также некоторым образом связаны с эффектами «потерянного члена» в выражении для силы Лоренца. Не следует пока торопиться с обращением к таинственной бездне физического вакуума, чтобы объяснить непонятные для нас явления, в том числе работу таких чудо-машин как построенная в 1978 г. П. Бауманом электростатическая машина «Тестатик», способная вырабатывать энергию в автономном режиме [65].

Новый взгляд на природу массы в рамках экологической парадигмы позволил связать глобальные и локальные аспекты проявлений массы, обосновать их единство, не обращаясь к абстракции пространственно-временного континуума – этой модифицированной идеи вселенской пущоты как универсальной арены для развертывания физических событий.

Самый же интересный результат применения экологической парадигмы для описания феномена массы и динамических особенностей энергии глобальных и локальных связей состоит в том, что действующие в области электродинамики силы оказались всего лишь проявлением сил инерции, обусловленных наличием у заряженных частиц изменчивой компоненты массы μ как продукта связей частицы с локальной (электрически заряженной) средой.

Вместе с тем, нужно иметь в виду, что заряд и масса – это принципиально различные физические свойства. Энергия связи объекта и окружающей среды в физике характеризуется произведением именно зарядов, а не масс. Определенный тип связи между физическими объектами всегда задается типом заряда: гравитационного, электрического или какого-то иного. Если рассуждать в категориях количества и качества, то заряд отражает именно качественную характеристику системы объект-среда. Сохранение этой качественной характеристики равносильно сохранению самой системы.

Закон сохранения энергии связи для случая локальных (электрических) взаимодействий можно считать «виновником» сохранения электрического заряда, поскольку наличие этого свойства у частиц тоже имеет экологическую природу. Заряд не есть исключительно «внутреннее» свойство частиц. Он существует как характеристика взаимодействия частицы с окружающей средой (в данном случае, локальной). Все это, в конечном счете, как раз и находит отражение в законе сохранения заряда.

Что же касается понятия массы, то в нем находит свое отражение не тип, а мера физической связи в системе объект-среда, т.е. количественная характеристика связи в нашей системе. Поэтому масса, в отличие от заряда, не обязана, вообще говоря, подчиняться закону сохранения. Такой вывод может шокировать, но пример поведения инерционной массы μ его подтверждает.

Сохранение массы в гравитационных системах – случай особый. Здесь масса – продукт глобальных (вселенских) связей, и система объект-среда, какой бы объект мы не взяли, оказывается «замкнутой», что называется, по определению. Впрочем, как уже говорилось ранее, сохранение массы в гравитационных системах может быть доказано строго математически. Сохранение массы наряду с гравитационным зарядом позволяет привести обе эти величины к одной размерности введением гравитационной постоянной и, таким образом, фактически их отождествить. Так появляется известный принцип равенства инертной и гравитационной массы. Но теперь мы знаем, что этот принцип не нуждается в какой-либо экспериментальной проверке, ибо он равносильен утверждению об одновременном сохранении инертной массы и гравитационного заряда.

Несоблюдение закона сохранения инерционной массы в электродинамике, обусловленное локальным характером среды, становится причиной появления «полей инерции», в частности, магнитных полей – скалярного и векторного. Если в гравитационных системах никто пока не рискует связывать центробежные силы и силы Кориолиса с какими-то особыми полями, то в электрических системах аналоги этих сил обретают статус особой физической субстанции – полевой материи. Такова оказывается цена бессознательного игнорирования факта изменчивости инерционной массы в локальных системах.

Чем объяснить такое игнорирование? Тем, что закон сохранения массы в классической механике мы, не особенно задумываясь, переносим в электродинамику вместе с законом сохранения энергии, не имея возможности четко различать понятия массы и энергии в рамках релятивистской парадигмы.

Новая же парадигма вынуждает говорить о понятии инерционной массы наряду с инертной массой, подчеркивая изменчивость первой и сохранение второй. Заметим, кстати: то, что энергия электрической связи обнаруживает себя в форме кинетической энергии поступательного движения частиц, есть тоже результат изменчивости инерционной массы, ответст-

венной, как говорилось выше, за феномен кинетической энергии. В целом, неразличение понятий массы и энергии приводит к тому, что на «поля инерции» возлагается несвойственная им функция быть носителями энергии.

Подобным же образом мы склонны связывать с энергией вращательного движения частиц так называемые «торсионные поля», тоже наделяя их энергией. «Реальность» торсионных полей сродни «реальности» магнитных полей: и те, и другие – инерционного происхождения, и как особая физическая субстанция (полевая материя) не существуют.

Принятие экологической парадигмы вносит определенную специфику в понимание законов сохранения и сущности вращательного движения, но об этой специфике будет разговор ниже (в связи с выводом уравнения Шредингера).

Свет представляет собой особую ипостась. То, что скорость электромагнитных взаимодействий (скорость света) определяется гравитационным потенциалом в соответствии с законом $C^2 = -\Phi(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z})$, говорит о многом, в частности, о единстве глобального и локального аспектов, макромира и микромира. Образно выражаясь, световые лучи – это нити, которыми «сшиваются» электромагнетизм и гравитация в общей картине бытия. Свет рождается в локальных (электрических) системах, но его «средой обитания» выступает гравитационный мир Вселенной.

Свет уносит с собой часть энергии электрических связей вместе с соответствующей инерционной массой. Явление света в природе – лучшее доказательство изменчивости (несохранения) инерционной массы в электрических системах, эмпирическое подтверждение справедливости формулы (3.10) для этих систем. Если бы не эта особенность инерционной массы, то мир был бы погружен во тьму. Следуя этой же логике, можно сказать далее: отсутствие гравитационного излучения – лучшее доказательство сохранения инертной массы в гравитационных системах, эмпирическое подтверждение непригодности формулы (3.10) для глобальных систем.

Из сказанного вытекает, что свет не может обладать инертной массой. Если бы таковая у него была, то свет обладал бы также и гравитационным зарядом, т.е. мог бы притягиваться телами по закону всемирного тяготения, что ничем не подтверждается. Наблюдаемое искривление луча света в гравитационном поле Солнца, как показывают расчеты, может быть с достаточной степенью точности объяснено локальной неоднородностью гравитационного потенциала $\Phi(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z})$ вблизи Солнца [120].

Поразительный факт состоит в том, что свет «отягощен» лишь инерционной массой и представляет собой, в сущности, свободный поток кинетической энергии. Никакой другой энергией свет не обладает. Но этот же факт является свидетельством волновой природы света, ибо волна – это единственный способ пространственного переноса кинетической энергии, не требующего соответствующего переноса инертной массы. Таковы, например, волны на поверхности водоема. Удивительная природа света состоит, однако, в том, что он переносит кинетическую энергию в простран-

стве при отсутствии какой-либо вещественной среды. Световая волна, несущая в себе кинетическую энергию $K = \mu C^2$, связана не с веществом гипотетической материальной среды (эфира), а с веществом Вселенной как целого согласно формуле $K = \mu \Phi(x, y, z)$. Но эта связь не порождает инертной массы, а лишь вынуждает свет всегда оставаться «внутри» Вселенной, соответствующим образом искривляя свою траекторию, как это происходит с лучом света вблизи Солнца.

Уподобление световой волны волнам на воде лишь позволяет понять механизм переноса инерционной массы в пространстве Вселенной, но не раскрывает подлинной сущности световых явлений. Свет, способный обходиться без прямого посредничества какой-либо материальной среды (мирового эфира) и тем не менее переносящий инерционную массу (кинетическую энергию) – подлинное чудо природы. Но это чудо говорит лишь о том, что в физике наступила пора смены парадигм, а, следовательно, образов и представлений об окружающем нас мире.

Волновой процесс в локальных системах, где единство объекта и среды обуславливается энергией электрических связей, представляет собой, если можно так выразиться, способ существования инерционной массы. Иными способами она существовать не может. Стоит остановиться на этом более подробно.

Напомним, что формулы (3.38) и (3.39) были выведены в предположении замкнутости (консервативности) локальной системы. Было показано, что скорость заряженной частицы в локальной системе (например, электрона в атоме) отражает величину ее инерционной массы μ и, соответственно, величину U , энергии электрических связей.

Однако замкнутость локальной системы не мешает энергии электрических связей (как, впрочем, и инерционной массе μ) быть величиной переменной в пределах соотношения $\mu C^2 + U = 0$. Остается заметить, что всякие перемены в замкнутой системе должны носить периодический характер. Динамизм инерционной массы в условиях локальных систем (ограниченного пространства) проявляет себя в виде периодической изменчивости сил инерции F_j , о которых говорилось выше, и соответствующих «полей инерции». В данном случае имеется в виду периодичность изменений всех параметров, характеризующих «поля инерции» в локальных системах – потенциалов, самой инерционной массы, связанной с ней кинетической энергии.

Периодичность процессов, протекающих в электрических системах, обнаруживается в том, что указанные параметры удовлетворяют соответствующим волновым уравнениям.

Убедиться в этом можно довольно просто, применив оператор «набла» к вектору E :

$$\nabla E = -\nabla^2 \phi - (1/C) \partial(\nabla A)/\partial t. \quad (3.54)$$

Единственным дополнительным условием будет требование подчинения скалярного потенциала ϕ уравнению непрерывности:

$$\partial\phi/\partial t + \nabla(\phi v) = 0. \quad (3.55)$$

Принимая во внимание данное условие, а также учитывая, что $\mathbf{A} = \phi \mathbf{v}/C$, из уравнения (3.54) путем несложных преобразований получим:

$$\nabla E = -\nabla^2 \phi - (1/C^2) \partial \nabla(\phi v) / \partial t = -\nabla^2 \phi + (1/C^2) \partial^2 \phi / \partial t^2. \quad (3.56)$$

Поскольку $\mu = -(q/C^2)\phi$, то уравнение (3.56) переписывается в виде:

$$(q/C^2)\nabla E = \nabla^2 \mu - (1/C^2) \partial^2 \mu / \partial t^2. \quad (3.57)$$

Отсюда видно, что поведение инерционной массы μ тоже подчиняется некоторому волновому процессу. Подобным же образом, очевидно, должна себя вести и кинетическая энергия $K = \mu C^2$, а, следовательно, и та ее часть, которая покидает систему в виде энергии светового излучения.

Точки, в которых $\nabla E \neq 0$, именуются, в соответствии с принятыми в векторном анализе определениями, истоками векторного поля $\mathbf{E}$. Истоками электрического поля, как известно, считаются электрические заряды, а сама величина ∇E в этом случае (с учетом известной электростатической теоремы Гаусса) оказывается равной $4\pi\rho$, где ρ – объемная плотность заряда. Таким образом, получаем:

$$\nabla^2 K - (1/C^2) \partial^2 K / \partial t^2 = 4\pi q \rho. \quad (3.58)$$

Уравнения типа (3.58) носят название уравнений Даламбера. Если принять $\rho = 0$, то решение этого уравнения в полярной системе координат будет выглядеть следующим образом:

$$K(\mathbf{r}, t) = (1/r) [f(\mathbf{t} - \mathbf{r}/C) + g(\mathbf{t} + \mathbf{r}/C)], \quad (3.59)$$

где $\mathbf{f}$ и $\mathbf{g}$ суть произвольные функции указанных в круглых скобках аргументов, $\mathbf{r}$ – расстояние от начала координат до интересующей нас точки пространства.

С математической точки зрения первый член этой суммы представляет собой шаровую волну, распространяющуюся из центра со скоростью C . В самом деле, в каждый момент $\mathbf{t}$ на расстоянии $\mathbf{r}$ функция $f(\mathbf{t} - \mathbf{r}/C)$ принимает то же значение, которое она принимала в момент $\mathbf{t} - 1$ на расстоянии $\mathbf{r} - C$, так как $(\mathbf{t} - 1) - (\mathbf{r} - C)/C = \mathbf{t} - \mathbf{r}/C$. Иными словами, колебания энергии электрической связи с математической точки зрения эквивалентны переносу кинетической энергии в виде шаровой волны, движущейся со

скоростью $\mathbf{C}$ из начала координат. Второй член суммы (3.59) описывает те же колебания энергии электрических связей в виде переноса кинетической энергии шаровой волны, сжимающейся к началу координат со скоростью $\mathbf{C}$. Эти два процесса как бы компенсируют друг друга. Вместе с тем, мы видим, что решение (3.59) в своей математической структуре фактически уже предусматривает возможность излучения и поглощения кинетической энергии локальной системой.

Общее решение уравнения Даламбера можно представить, используя лишь один из двух членов выражения (3.59), например, первый член. Оно выглядит следующим образом:

$$\mathbf{K}(\mathbf{r}, t) = - \int \mathbf{q} \mathbf{p}(\mathbf{t} - \mathbf{r}/C)/r \, dV. \quad (3.60)$$

Сделаем одно поясняющее замечание. Здесь символы $\mathbf{r}$ в выражении $\mathbf{K}(\mathbf{r}, t)$ и в подинтегральном выражении имеют различный смысл. В первом случае $\mathbf{r}$ характеризует пространственное положение пробного заряда $\mathbf{q}$, а во втором случае – пространственное положение элемента объема dV . Использование одного и того же символа сделано из соображений формального удобства.

Из выражения (3.60) хорошо видно, что кинетическая энергия шаровой волны в точности равна энергии электрических связей нашего пробного заряда с локальной системой. Кроме того, видно, что электрическое взаимодействие имеет характер близкодействия. В самом деле, чтобы вычислить общее значение электрического потенциала $\phi = \int dQ/r$, где мы ввели обозначение $dQ = \rho(\mathbf{t} - \mathbf{r}/C) \, dV$, нужно разбить все пространство на элементы объема dV и для каждого элемента dV определить величину того заряда dQ , который находился в нем в момент времени $\mathbf{t} - \mathbf{r}/C$. Если не учесть этой особенности, энергия связи $\mathbf{q}\phi$ будет подсчитана неверно. Как видим, приходится даже при исчислении электростатической связи зарядов учитывать эффект запаздывания взаимодействия. Это значит, что даже такое взаимодействие происходит со скоростью света, хотя никаких электромагнитных волн пока не возникает. Кстати, эффект запаздывания приходится учитывать и при исчислении векторного потенциала $\mathbf{A}$, который тоже подчиняется волновому уравнению.

Из выражения (3.60) усматривается и такой важный факт: в кинетическую энергию K в принципе способна перейти вся энергия электрической связи $U_e = \mathbf{q}\phi$, ибо то, что стоит в правой части равенства (3.60), как раз и есть величина $-U_e$. Равенству $K + U_e = 0$ можно, впрочем, дать и иную интерпретацию: инерционная масса и соответствующая ей кинетическая энергия в рамках уравнения Даламбера (3.58) фигурирует как бы в связанном состоянии. Но если бы появилась возможность полного ее перехода в свободное состояние (в световую энергию), то это привело бы к разрушению электрической системы, т.е. к исчезновению самих электрических связей. Такое возможно лишь при исчезновении электрических зарядов, когда

происходит их взаимная нейтрализация или, скажем, аннигиляция. А это значит, что заряды, образующие систему, должны быть противоположных знаков. Одноименные электрические заряды, в отличие от гравитационных зарядов, отталкиваются и, следовательно, не способны создавать локальные системы. Взаимодействие зарядов невозможно уничтожить путем перевода его в световую энергию. Оно будет само по себе убывать бесконечно долго при неограниченном разбегании зарядов. Кроме того, мы видим что одноименность притягивающихся зарядов (случай гравитационных зарядов) делает невозможной аннигиляцию этих зарядов, и мы лишний раз убеждаемся в справедливости закона сохранения инертной массы, а также в невозможности гравитационного излучения.

Другой важный факт заключается в следующем. Инерционная масса не может переходить в инертную, и наоборот, ибо сущностная основа гравитационной и электрической связи различна – это глобальный и локальный аспекты бытия. И если общие запасы инертной массы в природе неизменны (в силу закона сохранения инертной массы каждого тела и Вселенной в целом), то и общие запасы инерционной массы во Вселенной тоже должны оставаться неизменными. Однако в отличие от инертной массы инерционная масса может находиться в связанном состоянии (электрические системы), либо в свободном (свет). Баланс между этими состояниями устанавливается с учетом того, что суммарная энергия электрических связей во Вселенной не должна быть меньше некоторой заданной величины $(\sum U_e)_{\min}$: невозможно всю инерционную массу перевести в свободное состояние. Есть основания предположить, что отношение $(\sum U_e)_{\min}$ к суммарной энергии гравитационных связей во Вселенной равно постоянной тонкой структуры $\alpha = 1/137$. На эту мысль наводит, в частности, сделанный ранее (в п. 3.2 данной главы) вывод о существовании «кванта» $m_{\min}$ инертной массы во Вселенной, энергия гравитационной связи которого с массами Вселенной превышает в 137 раз минимально возможную энергию электрической связи.

Закон сохранения инертной массы, скорее всего, потребует определенного переосмысления явлений аннигиляции в физике элементарных частиц. В первую очередь это касается аннигиляции электрона и позитрона, в результате которой эти частицы, имеющие отличную от нуля инертную массу («массу покоя»), исчезают, а вместо них образуются два γ -кванта. Привычная трактовка этого явления такова: происходит превращение материи в энергию в точном соответствии с известной релятивистской формулой о соотношении этих величин.

Однако правильнее было бы говорить об аннигиляции электрона и позитрона как о нейтрализации электрических зарядов, сопровождающейся переходом инерционной массы частиц в инерционную массу света. В то же время инертная масса этих частиц сохраняется (как ей и положено), некоторым образом изменяя свое состояние. Г.В. Николаев в одной из своих работ [64] считает, что в данном случае было бы уместно говорить о

среде электронно-позитронного вакуума как особом хранилище виртуальных пар «электрон-позитрон» в виде дискретных нейтральных элементов этой среды. Однако проблема физического вакуума заслуживает отдельного разговора.

3.4. Новый взгляд на квантовую механику

Принципиальная возможность преобразования энергии электрической связи в энергию свободно движущихся световых волн демонстрируется тем, что при $\mathbf{p} = \mathbf{0}$ и, соответственно, $\nabla \mathbf{E} = \mathbf{0}$ (локальная система разрушена) уравнения Даламбера не теряют смысл, а переходят в волновое уравнение:

$$\nabla^2 \Phi - (1/C^2) \partial^2 \Phi / \partial t^2 = 0. \quad (3.61)$$

Аналогичное выражение будет и для векторного потенциала $\mathbf{A}$. Это кажется несколько загадочным. Ведь из $\mathbf{p} = \mathbf{0}$ следует равенство нулю также скалярного и векторного потенциалов: $\Phi = 0$, $\mathbf{A} = \mathbf{0}$. То есть исчезают электрическое и магнитное поле. Уравнение же (3.61) свидетельствует о том, что такое исчезновение не обязательно.

Что же может разрешить этот парадокс и спасти положение? Положение спасает так называемая калибровочная инвариантность волновых уравнений. Оказывается, что скалярный и векторный потенциалы на самом деле определены с точностью до калибровочных преобразований, определяемых соотношениями:

$$\Phi' = \Phi - (1/C) \partial \Psi / \partial t, \quad \mathbf{A}' = \mathbf{A} + \nabla \Psi, \quad (3.62)$$

где Ψ – произвольная скалярная функция. Калибровочная инвариантность выражается в том, что:

$$-\nabla \Phi' - (1/C) \partial \mathbf{A}' / \partial t = -\nabla \Phi - (1/C) \partial \mathbf{A} / \partial t = \mathbf{E}. \quad (3.63)$$

При $\mathbf{p} = \mathbf{0}$, когда $\Phi = 0$, $\mathbf{A} = \mathbf{0}$, электромагнитное поле, вообще говоря, не исчезает, ибо не исчезают Φ' и $\mathbf{A}'$:

$$\Phi' = - (1/C) \partial \Psi / \partial t, \quad \mathbf{A}' = \nabla \Psi. \quad (3.64)$$

В классической электродинамике Максвелла так именно и считают, когда говорят об электромагнитной природе света. Однако не стоит торопиться следовать этой традиции. Как-никак, нам придется все же согласиться, что действительные потенциалы Φ и $\mathbf{A}$ при $\mathbf{p} = \mathbf{0}$ исчезают, а потенциалы Φ' и $\mathbf{A}'$, вообще говоря, «сделаны» из другого теста. Природа функции Ψ (а, следовательно, и природа света) отнюдь не электромагнит-

ная. Переход кинетической энергии локальной системы из связанного состояния в свободное претерпевает, скорее всего, трансформацию, теряя свою электромагнитную сущность, но сохраняя «волновую» природу.

В самом деле, поскольку Ψ – произвольная скалярная функция, то, как легко видеть, она тоже будет удовлетворять уравнению:

$$\nabla^2 \Psi - (1/C^2) \partial^2 \Psi / \partial t^2 = 0. \quad (3.65)$$

Функцию, удовлетворяющую волновому уравнению (3.65), будем далее именовать волновой. Истоком ее происхождения, как видим, является классическая электродинамика Максвелла, описывающая процессы в локальной системе. Что же касается ее физического содержания, то ясно пока только одно: его нельзя уложить в классические формы. Известно, что решение волнового уравнения (3.65) можно искать в виде волновой функции:

$$\Psi(\mathbf{r}, t) = \psi(\mathbf{r}) \exp(-i \omega t), \quad (3.66)$$

где $\omega = 2\pi/T$ – круговая частота, T – период колебаний.

Важная особенность решения состоит в том, что в нем происходит разделение переменных. Это разделение времени и пространства (о смысле которого мы поговорим позднее) позволяет совершить движение от классической электродинамики к квантовой механике. Подставляя выражение (3.66) в уравнение (3.65), легко видеть, что пространственная часть $\psi(\mathbf{r})$ волновой функции подчиняется уравнению:

$$\nabla^2 \psi(\mathbf{r}) + k^2 \psi(\mathbf{r}) = 0, \quad (3.67)$$

где введены обозначения $k = 2\pi/\lambda$, $\lambda = 2\pi C/\omega$.

В квантовой механике величину k обычно называют волновым числом. Кстати, и само уравнение (3.67) очень похоже на стационарное уравнение Шредингера. Оно действительно становится таковым, если вместо λ использовать выражение для де-Бройлевской длины волны. Однако не будем пока торопить события. Впоследствии будет показано, что известное выражение для длины волны де Бройля в рамках экологического подхода требует некоторой (довольно существенной) корректировки.

Прежде всего, заметим, что рождение кванта связано с особенностями пространственной части волновой функции, и в этом смысле является логическим следствием разделения переменных (т.е. «разделения» пространства и времени). Рассмотрим для простоты одномерный случай уравнения (3.67):

$$d^2 \psi(x)/dx^2 + k^2 \psi(x) = 0. \quad (3.68)$$

Его решение имеет вид:

$$\psi(x) = a \cdot \exp(i kx) + b \cdot \exp(-i kx), \quad (3.69)$$

где величины **a** и **b** – суть произвольные числа (в общем случае комплексные).

Из выражения (3.69) видно, что решением уравнения (3.68) будет также и комплексно сопряженная функция $\psi^*(x)$. Заметим, что существование комплексно-сопряженных решений характерно именно для пространственной части волновой функции. В этом находит отражение пространственная симметрия между правым и левым. Иными словами, световые явления не дают никаких оснований различать левое и правое. Тем не менее, можно говорить об их пространственной структуре, которая выражается свойствами функции $\psi(x)$. Важнейшее из них – периодичность (цикличность). Свойство это можно было бы назвать «наследственным», имея в виду характерную для порождающих световые явления локальных (электрических) систем цикличность процессов.

Поскольку мы имеем дело с периодической функцией, то естественно считать, что имеется такое число **L** (длина периодичности), что:

$$\psi(x) = \psi(x + L). \quad (3.70)$$

Это означает, в частности, что:

$$a \cdot \exp(i kx) = a \cdot \exp(i kx + i kL). \quad (3.71)$$

Отсюда, как легко видеть, следует, что $\exp(i kL) = 1$. Данное равенство справедливо при всех значениях $kL = 2\pi n$, где $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ Таким образом, $k = (2\pi/L)n$. После чего уравнение (3.40) может быть переписано в виде:

$$d^2\psi(x)/dx^2 + (4\pi^2/L^2)n^2 \psi(x) = 0, \quad (3.72)$$

где $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Таким образом, исходное уравнение (3.68) распадается на бесконечное множество идентичных уравнений, описывающих дискретный спектр соответствующих ψ -функций. Иными словами, «оторвавшиеся» от локальной системы световые волны квантуются.

Нетрудно показать, что при этом квантуется энергия светового излучения. В самом деле, из определения волнового числа $k = 2\pi/\lambda = 2\pi\nu/C$ при его сравнении с полученным ранее выражением $k = (2\pi/L)n$ следует, что $\nu = (C/L)n$, т.е. в зависимости от n меняется только частота световой волны (а, например, не ее амплитуда). Физическая величина, имеющая размерность энергии, получается умножением частоты на постоянную Планка, так что: $h\nu = h(C/L)n$. Отсюда видно, что объектом квантования выступает энергия светового излучения, выражаемая формулой $W = h\nu$. В совокупности кванты света уносят с собой кинетическую энергию ло-

кальных систем, которая, разумеется, не может превосходить полную энергию связи $-U, = -q\Phi = \mu C^2$, где μ – инерционная масса пробного заряда q .

В квантовом характере световых явлений снова видится «наследственная природа». Феномен квантовости, по сути дела, отражает локальность порождающей свет электрической системы. А множественность световых квантов отражает выявленную квантовой механикой дискретность энергетического спектра возможных состояний самой локальной (электрической) системы.

Теперь пришла пора обратить внимание на то, что пространственная часть волновой функции, с которой мы связываем пространственную структуру световых явлений, определена всего лишь как функция, удовлетворяющая уравнению (3.67). Последнее было получено из волнового уравнения (3.65) после подстановки в него волновой функции (3.66). Между тем, используемая в калибровочных преобразованиях функция $\psi(r,t)$ была определена как произвольная. Произвольной, следовательно, остается и пространственная часть волновой функции. А это значит, что волновое уравнение оставляет нам известную свободу в определении пространственного образа световых явлений. Уравнение движения в классической механике такой свободы нам не предоставляло. Там нам пришлось довольствоваться образом материальной точки. Если этот образ мы желаем сохранить и для случая световых явлений, то нам придется «связать» волновое уравнение дополнительным условием на волновую функцию, точнее, на ее пространственную часть $\psi(\mathbf{r})$. Конкретно, здесь имеется в виду условие нормировки. Проиллюстрируем это условие на примере функции:

$$\psi(x) = a \cdot \exp(i kx). \quad (3.73)$$

Комплексно сопряженная с ней функция будет:

$$\psi^*(x) = a^* \cdot \exp(-i kx). \quad (3.74)$$

Примем, что рассматриваемая нами световая волна целиком локализована в области $[-L/2, L/2]$, где L – длина периодичности. Тогда условие нормировки в смысле М. Борна (который первым его предложил), представляет собой соотношение:

$$\int_{-L/2}^{L/2} \psi^* \psi \, dx = 1. \quad (3.75)$$

Из этого условия следует:

$$(a^* a) \cdot L = |a|^2 \cdot L = 1, \quad (3.76)$$

так что $|\mathbf{a}| = 1/L^{1/2}$ (через $|\mathbf{a}|$ обозначено значение модуля комплексного числа $\mathbf{a}$). Если мы придадим световому явлению, как нам того хотелось, образ «материальной точки» (фотона), то $\Psi^*\Psi$ можно рассматривать как плотность вероятности нахождения этого фотона на отрезке $[-L/2, L/2]$. При этом величина $\Psi^*\Psi dx$ характеризует вероятность нахождения фотона на «отрезке» dx . В нашем примере эта вероятность одинакова на всех «отрезках» dx и равна $|\mathbf{a}|^2 dx$.

Таким образом, с условием нормировки Ψ -функций тесно связана их вероятностная трактовка, вынуждающая вводить корпускулярно-волновое представление о свете. С волновым уравнением, которое поначалу, как нам казалось, описывало некие волны полевой материи (электромагнитные волны), произошла в конечном счете удивительная метаморфоза. В итоге гипотетические волны, полностью утратив свою материальную сущность, превратились вдруг в математический инструмент для исчисления вероятности обнаружить частицу в некоторой точке пространства. Благодаря этой метаморфозе в физике и возник противоречивый образ волны-частицы.

В рамках экологического подхода ситуация выглядит принципиально иначе. Напомним (см. выше), что инерционная масса μ (а, следовательно, и связанная с ней кинетическая энергия μc^2) изначально имеет волновую природу. Таков ее способ существования, как в связанном, так и в свободном состоянии. В последнем случае мы имеем дело со световыми явлениями. Свет представляет собой поистине удивительный, «придуманый» природой, механизм переноса кинетической энергии в отсутствии инертной массы. Естественно поэтому, что мы лишаемся в этом случае всякой возможности представить себе световую волну в виде движущихся частиц. Для инерционной массы, в отличие от инертной, не существует каких-либо точек привязки («точек концентрации»). Кинетическая энергия в свободном состоянии принципиально не поддается локализации. И только переход кинетической энергии из свободного состояния в связанное (т.е. в состояние, связанное с какой-либо инертной массой) сразу же выявляет определенную «точку концентрации», а именно, материальную точку как образ данной инертной массы. Так происходит явление «локализации» световой волны. Мы воспринимаем это как доказательство корпускулярной природы света, тогда как, в действительности, имеем дело с обычной корпускулярной природой инертной массы, участвующей в процессе.

Таким образом, корни корпускулярно-волновых представлений о свете лежат в особенностях проявления инерционной массы μ , способной обрести образ волны в свободном состоянии, и входить в связанное (локализованное) состояние с инертной массой m поглощающего свет вещества.

Напомним, что сам феномен инерционной массы возникает лишь на локальном уровне рассмотрения физической реальности. Это означает, что излучать могут только локальные (электрические) системы, для которых справедливы соотношения (3.38) и (3.39). Но теперь мы видим и другое, а

именно, что поглощение света тоже возможно лишь электрическими системами, и, значит, всегда происходит локально. В квантовой механике в этой связи говорят о редукции волновой функции.

Корпускулярно-волновое представление о свете – следствие неосознанных попыток представить себе свободную массу μ в виде пространственно локализованного образования (материальной точки), по аналогии с инертной массой m . Представлять себе свет в виде некой материальной субстанции – все равно, что объяснять тепловые явления гипотетическим теплородом, как это делали физики XVIII в. С точки зрения экологического подхода свет есть физический процесс, а не физический объект. Возникая в локальных (электрических) системах, он поддерживается скалярным полем гравитационного потенциала $\Phi(x,y,z)$, и прекращается, входя в контакт с другими локальными системами. Или, говоря другими словами, свет – это процесс переноса инерционной массы, в котором участвуют локальные системы (в качестве причин) и глобальная система – наша Вселенная (в качестве условия процесса). Световое излучение сродни горению: только «дровами» в этом случае выступают электрические системы, а роль «кислорода воздуха» отводится гравитации. Световые явления – результат сотрудничества гравитации и электромагнетизма, а отнюдь не новый (третий) вид материальной субстанции.

Рассмотрим исходное уравнение, описывающее волновой процесс:

$$\nabla^2 \psi(r,t) - (1/C^2) \partial^2 \psi(r,t) / \partial t^2 = 0. \quad (3.77)$$

Независимо от физической сущности процесса, описываемого этим уравнением, его решением всегда будет оставаться функция с разделенными переменными:

$$\psi(r,t) = \psi(r) \exp(-i \omega t), \quad (3.78)$$

где $\omega = 2\pi\nu$, ν – частота волны.

Возможность разделения переменных и в самом деле говорит о том, что волновой процесс как таковой не зависит от его физической природы. Это означает, что уравнениями (3.77) можно воспользоваться, чтобы описать поведение частиц, входящих в локальные (электрические) системы и, следовательно, обладающих массами $M = m + \mu$. Учитывая волновую природу инерционной массы μ , можно ожидать, что движение частицы с массой $m + \mu$ тоже будет обладать определенными волновыми свойствами.

Пользуясь тем, что параметр ω в выражении (3.78) определен произвольно (может быть любым действительным числом), свяжем его с импульсом $P = Mu$ движущейся частицы с массой $M = m + \mu$. Используя соотношение (3.38), получаем:

$$m^2 = M^2(1 - u^2/C^2) = M^2 - P^2/C^2. \quad (3.79)$$

Отсюда:

$$P^2 = C^2(M + m)(M - m) = C^2(2m + \mu)\mu. \quad (3.80)$$

В свою очередь для ω имеем:

$$\omega = 2\pi\nu = 2\pi h\nu/h = W/h = PC/h, \quad (3.81)$$

где $W = h\nu = PC$ – энергия волны, имеющей частоту ν , $h = h/2\pi$.

Подставляя выражение для волновой функции (3.78) в уравнение (3.77), с учетом (3.81), получим уравнение для пространственной части волновой функции $\psi(\mathbf{r})$:

$$\nabla^2\psi(\mathbf{r}) + (P^2/h^2)\psi(\mathbf{r}) = 0. \quad (3.82)$$

Если считать это уравнение пригодным для любых частиц, включающих в себя инерционную массу μ , то оно может быть переписано, с учетом выражения (3.80), в следующем виде:

$$\nabla^2\psi(\mathbf{r}) + [(2m + \mu)/h^2] \mu C^2\psi(\mathbf{r}) = 0. \quad (3.83)$$

Учитывая, что $\mu = -U_s(\mathbf{r})/C^2$, получаем:

$$\nabla^2\psi(\mathbf{r}) - [(2m + \mu)/h^2] U_s(\mathbf{r}) \psi(\mathbf{r}) = 0. \quad (3.84)$$

В подавляющем большинстве случаев $\mu/2m \ll 1$. Например, можно показать, что для электрона в атоме водорода (для всех его возможных энергетических уровней) имеет место: $\mu/2m \leq (\alpha/2)^2$, где $\alpha = 1/137$ – постоянная тонкой структуры.

Таким образом, уравнение (3.84) фактически отличается от уравнения Шредингера только тем, что в нем отсутствует так называемая «полная энергия» E , т.е. в нашем случае $E = 0$. Причины этого понять не трудно, ибо $\mu C^2 + U_s(\mathbf{r}) = 0$, т.е. сумма кинетической и потенциальной энергии частицы (а это и есть «полная энергия» E) действительно равна нулю в рамках экологической парадигмы.

Другое важное различие состоит в следующем. В нашем случае (т.е. в случае экологического подхода) вместо обычного выражения для де-Бройлевской волны:

$$\lambda_d = h/\mu u \quad (3.85)$$

мы получаем его обобщенное выражение:

$$\lambda = h/P = h/C[(2m + \mu)\mu]^{1/2}. \quad (3.86)$$

Или учитывая, что $\mu/2m \ll 1$:

$$\lambda = h/P = h/C(2m\mu)^{1/2}. \quad (3.87)$$

Явная зависимость λ от инерционной массы μ свидетельствует о том, что вне локального аспекта (когда $\mu = 0$) понятие длины волны теряет смысл. Иными словами, уравнение (3.88) принципиально неприменимо к описанию движения тел, имеющих только инертную массу. Но зато это уравнение обладает другой универсальностью: оно применимо в любых диапазонах скоростей частиц. Расчленять квантовую механику на «релятивистскую» и «нерелятивистскую» теперь нет никакой необходимости. При отсутствии инертной массы ($m = 0$) формула (3.86) преобразуется к виду $\lambda = h/\mu C$, а уравнение (3.84) переходит в обычное волновое уравнение, описывающее распространение света.

Гипотетически можно себе представить случай, когда инерционная масса частицы (например, электрона) намного превышает его инертную массу. Тогда движение частицы и в самом деле будет похоже на световую волну. При $\mu \rightarrow \infty$ длина волны в соответствии с формулой (3.86) будет стремиться к нулю, а частота волны и импульс частицы - к бесконечности. Это, в свою очередь, приводит к экспоненциально быстрому стремлению к нулю как временной, так и пространственной части волновой функции. Исчезает, соответственно, и волновое уравнение. При этом, как и следовало ожидать, вероятность нахождения частицы $\psi^*(\mathbf{r})\psi(\mathbf{r})dV$ в каком-либо объеме dV пространства тоже стремится к нулю. Это означает, что, например, электронов, движущихся со скоростью света, мы в природе нигде не найдем. Отсюда виден предельный характер скорости света.

3.5. Методологические аспекты экологической парадигмы в физике

Внесение экологических начал в физическую теорию определенным образом изменяет облик последней. Имеет смысл рассмотреть эти изменения хотя бы в первом приближении.

Даже первый взгляд на последствия использования новой парадигмы в философском осмыслении природных явлений не оставляет никаких сомнений: мировоззренческие трансформации, на которые придется идти, носят фундаментальный характер. В первую очередь это касается представлений о пространстве, времени, причинности, детерминизме. Эти представления, как показывает историческая практика, теснейшим образом связаны с общим состоянием естественных наук и, прежде всего, физики. Наука и философия вынуждены всегда идти рядом, чтобы наш интеллект не заблудился в сложном мире духовных сущностей.

Наш краткий разговор начнем с обсуждения проблем детерминизма и причинности. Как известно, однозначная предопределенность событий, характерная для классической механики, является достаточным основанием для того, чтобы говорить о детерминизме механического движения. Более того, в этом случае говорят о лапласовской форме детерминизма, имея в виду принципиальную возможность судить о сколь угодно отдаленном будущем во всех его деталях на основании знания о настоящем. В механике это выражается в том, что траектория движения материальной точки однозначно определяется заданием начальных условий, т.е. координаты и импульса в некоторый момент времени t_0 . Выходить за границы механического детерминизма не посчитал возможным даже Г.В. Лейбниц, несмотря на свое скептическое отношение к характерной для классической механики абсолютизации времени и пространства. «Мы признаем, – писал Лейбниц, – что через посредство одного только переместительного движения можно объяснить все остальные материальные явления» [101]. В логическом плане такая позиция лишь укрепляет веру во временной абсолютизм, в то, что время «живет» само по себе.

Тем более кажется удивительным, что именно Лейбниц, по-видимому, первым выдвинул идею об определении направленности времени через причинные связи. Эта достаточно очевидная смысловая корреляция между понятиями времени и причинности, к сожалению, не всегда осознается. В нашем сознании причинность прочно ассоциируется с детерминизмом, что приводит к путанице при обсуждении проблемы времени. Считая по установившейся традиции, что принцип причинности является центральным ядром детерминизма [102], мы, не осознавая того, упускаем из вида важнейшее свойство времени – его направленность. Между тем, в рамках детерминизма классической механики принципа причинности, по крайней мере, в том виде, как его сформулировал Лейбниц, нет. А, следовательно, нет и направленности времени. В самом деле, в механике Ньютона, как известно, будущее и прошлое вообще не различаются, ибо ее уравнения движения инвариантны по отношению к операции обращения (инверсии) времени.

Таким образом, мы вынуждены будем признать, что причинность и детерминизм – вещи, вообще говоря, разные, в некотором роде даже взаимоисключающие. Это существенное обстоятельство было в свое время тонко подмечено Н.А. Козыревым, что, кстати говоря, и подвигло его на отчаянную попытку создания так называемой причинной механики. Вот что он писал в части философского обоснования этой своей попытки: «Благодаря скалярности времени в уравнениях теоретической механики будущее не отличается от прошедшего, а следовательно, не отличаются и причины от следствий. В результате классическая механика приходит к Миру, строго детерминированному, но лишенному причинности. Вместе с тем причинность является важнейшим свойством реального Мира» [47]. Действительно, «безразличие» времени к перемене знака (т.е. его скалярность, по Козыреву) – это безразличие настоящего к своему прошлому и будущему,

антиисторизм в чистом виде, как сказал бы социолог. Если перемена знака времени не имеет никаких последствий для реального мира, то такое время обретает черты абсолюта и само перестает быть реальностью.

Далее Козырев приводит цепь рассуждений, демонстрирующих псевдоскалярный характер времени. Псевдоскалярность означает, что ход времени может изменить свой знак лишь ценой инверсии (зеркального отражения) координатной системы. В этом случае наблюдаемая в живой природе асимметрия между правым и левым уже может рассматриваться как доказательство направленности времени. Удобной моделью, демонстрирующей ход времени, мог бы служить вращающийся идеальный волчок, где направленность времени имитируется направлением вектора момента количества движения. Используя эту модель времени, Козырев обращает внимание на то, что в физике единственной универсальной постоянной, которая может иметь смысл псевдоскаляра, является постоянная Планка $\hbar$. И именно с ней связано понятие спина элементарных частиц. Имея это в виду, Козырев ожидал, что в его причинной механике обнаружатся квантовые эффекты. Однако этого не произошло, поскольку Козырев предпочитал перестраивать на «причинный лад» именно классическую механику Ньютона, некоторым образом уточняя ее исходные положения.

С точки зрения экологического подхода такая программа действий обречена на неуспех, ибо классическая механика не нуждается в уточнениях подобного рода. Мы должны ее принимать такой, какая она есть, со всеми ее традиционными особенностями. Однозначная предопределенность событий (строгий детерминизм), невозможность различения прошлого и будущего (временная симметрия), корпускулярный характер объектов, дальнодействующий характер гравитационных связей – все это точно отражает особенности глобального аспекта физической реальности, т.е. Вселенной в целом, ответственной за существование в природе инертной массы.

С другой стороны, квантовая механика, разрушившая эти традиционные особенности ньютоновской механики, отнюдь не является инструментом более адекватного (в сравнении с классической теорией) описания физической реальности, а просто занимает иную «экологическую нишу», отражая особенности строения и поведения объектов, имеющих помимо инертной также инерционную массу. Таковыми являются электрические системы, в частности, молекулы, атомы, иные образования, составленные из частиц, несущих электрический заряд. Особняком стоят световые явления, порождаемые инерционной массой в свободном состоянии. Как биология клеток (генетика или, если угодно, «квантовая» биология) не отменяет биологию живых организмов («классическую» биологию), так квантовая механика не отменяет классическую механику. Поэтому имеет прямой смысл снять с классической механики и тесно связанной с нею ньютоновской теории тяготения статус «приближенной теории», взглянуть на эти теории новыми глазами, и не пытаться их исправлять путем «релятивистских» или «квантовых» обобщений.

Если говорить о ньютоновской теории тяготения, то наиболее спорной ее чертой, которую многие поколения физиков стремились во что бы то ни стало исправить, считалось дальноедействие. Однако до сих пор наука не обнаружила гравитационных волн, и это неспроста. В рамках новой (экологической) парадигмы дальноедействие выступает естественным отражением того бесспорного факта, что энергия гравитационной связи U_r , определяющая инертные массы тел, является исключительно функцией координат, и лишь опосредованно зависит от временного параметра $U_r = U_r(\mathbf{x}(t), \mathbf{y}(t), \mathbf{z}(t))$. Так уж устроена природа: мир гравитации определяет пространственное бытие вещей. И в этом, пожалуй, главное предназначение гравитации.

Но если гравитация берет на себя обязанность быть физическим фундаментом пространственных отношений, то нам придется согласиться с тем, что пространство как философская категория, отражающая некоторым образом факт существования вещей, находит свое логическое основание в глобальном аспекте материальной действительности. Так, в математике существование элементов находит свое основание в их принадлежности к множеству. Элемент, независимо от его природы, всегда существует как элемент множества. Такого рода отношение между понятиями элемента и множества как раз и может быть определено как пространственное. Пространство, которое мы привыкли трактовать как форму существования материи, можно определить не столь абстрактно, а именно, через отношения материальных вещей (объектов) со Вселенной как целым. В этом отношении «объект-Вселенная» и состоит вышеупомянутый глобальный аспект бытия. И тогда (если мы вспомним о принципе Маха) становится понятной фундаментальная роль гравитации для понимания того, что такое пространство. Кратко об этой роли можно сказать так: если нет гравитации, то нет и пространства. По крайней мере, именно так обстоит дело в нашей, связанной с экологической парадигмой, мировоззренческой системе – экологической философии.

Это именно то, чего так не хватало эйнштейновской теории гравитации – общей теории относительности. В рамках этой теории, несмотря на отождествление метрических свойств пространства с гравитационным потенциалом, пространство могло благополучно существовать в форме «пустого множества» и при полном отсутствии гравитации. Образно выражаясь, геометрия, поглотив физику, оказалась более жизнеспособной, чем физика. Она способна оставаться некой иллюзорной реальностью, даже если вообще «выплюнет» физику.

В рамках же экологической парадигмы именно гравитация выступает источником пространственных отношений и дает право говорить о пространстве в физическом и философском смысле этого слова. Обратим внимание: здесь пространство обнаруживает прежде не задействованную в физике черту (по сути дела, главную) – выступать в роли отношения между вещами, задавать порядок существования вещей, о чем говорил в свое

время Лейбниц. Более того, теперь мы можем конкретизировать эти отношения, выделив в них класс отношений «объект-среда», обусловленных гравитационными связями, которые и несут в себе сущностную (экологическую) характеристику понятия пространства. Глобальность этой среды, а, следовательно, универсальность (всеобщности) категории пространства возникает в силу всеобщности (всемирности) гравитационного притяжения. Глобальность гравитационных связей (гравитационной среды) была бы исключена, если бы возможно было еще и гравитационное отталкивание (т.е. существование гравитационных зарядов разных знаков). Отсюда, между прочим, следует, что никаких так называемых антимиров быть не может – это чревато уничтожением пространства в физическом и логикосемантическом смысле.

С точки зрения экологического подхода, всякая вещь (объект) своим существованием обязана Вселенной в целом, и ее инертная масса выступает универсальным индикатором этой зависимости. Иными словами, всякий физический объект существует благодаря глобальной (гравитационной) среде. И только в этом контексте пространство действительно оказывается формой бытия вещей, о чем говорит философия, но чего до сих пор не могла адекватно отразить в своих теоретических конструкциях физика, пораженная вирусом релятивизма.

Итак, повторим еще раз: мир гравитации обуславливает пространственное бытие вещей, и в этом заключается его основное предназначение. Всякая вещь существует в пространстве благодаря ее обусловленности вселенскими связями. Эрнст Мах, озадачивший физиков формулировкой своего знаменитого принципа, первым понял или, лучше сказать, интуитивно почувствовал скрытое участие Вселенной как целого в обусловленности пространственного существования объектов физического мира. Сама Вселенная не смогла бы выполнить этой своей высочайшей миссии, если бы в ней была нарушена временная симметрия, а гравитационные связи не были дальнодействующими и, в этом смысле, «вневременными».

Принципиально иная картина возникает, когда мы переходим от глобального аспекта к локальному аспекту бытия, пронизанному электричеством. На локальном уровне энергия электрических связей обладает существенной особенностью, которая объясняется близкодействующим характером этих связей. Особенность эта состоит в том, что в аргументы функции U , мы вынуждены включить временной параметр в виде $(t - r/C)$, чтобы учесть запаздывание. В результате функция U , оказывается зависящей не только от пространственных координат, но и от времени: $U_s = U_s(\mathbf{r}, t - r/C)$.

Естественно поэтому, что и инерционная масса μ заряженной частицы, обусловленная энергией электрических связей, становится функцией времени, т.е. величиной переменной. Что же касается электрического заряда, то он сохраняется при движении частицы, как и гравитационный заряд (гравитационная масса). Как мы видели выше, именно переменчивость массы μ движущихся зарядов приводит к рождению феномена магнитных полей

(векторных и скалярных) и вихревого электрического поля. С этим обстоятельством тесно связана также возможность генерации световых волн.

Таковы последствия введения в функцию U , аргумента $(t - r/c)$. К слову сказать, сам вид этого аргумента указывает на сугубо функциональный характер связи между пространством и временем, не давая нам сколько-нибудь серьезного повода вводить в физику представление о четырехмерном многообразии в виде пространства-времени (пространства Минковского). Связь между пространством и временем в нашем случае есть результат учета принципа близкодействия, и не более того. А главное здесь заключается в том, что энергия электрических связей становится функцией времени, демонстрируя тем самым принципиальную открытость локальных систем. Последние могут излучать и поглощать свет, взаимодействуя таким образом с внешним окружением.

Именно в результате открытости локальных систем становится возможным говорить о причинно-следственных отношениях, т.е. таких отношениях, при которых прошлое и будущее не могут меняться местами или, говоря математическим языком, теряют свойство коммутативности. В этой некоммутативности заключается важнейшее свойство временных отношений, а именно – необратимость времени.

Теперь мы видим ответ на вопрос, почему пространство и время нельзя объединять в четырехмерное многообразие, так называемый пространственно-временной континуум. Сущность понятий пространства и времени не столь проста, чтобы их можно было механически объединять друг с другом, как это было сделано в специальной теории относительности. Эти понятия, хотя и тесно связаны друг с другом, но связаны не «горизонтальными», а «вертикальными» (иерархическими) отношениями, подобно глобальному и локальному аспектам физической реальности. Причем было бы неверно думать, что локальный уровень физической реальности некоторым образом подчинен глобальному уровню. В нашем случае иерархические отношения не означают отношения подчинения. В самом деле, локальный характер электрических связей не мешает им пронизывать всю Вселенную, присутствовать так или иначе всюду. В этом смысле электрические связи столь же универсальны как и гравитационные связи.

И соответственно: временные отношения столь же универсальны как и пространственные. И, однако же, мы не вправе длительно уподоблять протяженности, а время – пространству, как это происходит в современной физике в рамках релятивистской парадигмы. Время – это локальный аспект бытия вещей, пространство – это глобальный аспект их бытия. Отсюда видна вся физическая и философская несуразность конструкции «пространство-время».

Соответствующим образом мы вынуждены разводить понятия причинности и детерминизма при описании физической реальности. А именно, при описании гравитационных явлений (глобальный аспект) мы опираемся на принцип детерминизма, предполагающего коммутативность от-

ношений между прошлым и будущим, а время - обратимым. При описании квантовых электромагнитных явлений (локальный аспект) включается в работу принцип причинности, предполагающий некоммутативность отношений между прошлым и будущим, делающий квантовую электродинамику в конечном счете причинной механикой. Здесь время обретает свою псевдоскалярную сущность, о которой уже говорилось выше. Зато приходится жертвовать возможностью траекторного описания физических объектов – частиц, однозначностью предсказаний их будущих состояний. Иными словами, приходится жертвовать принципом детерминизма.

Таким образом, причинность и детерминизм не просто разные понятия, но тоже, как пространство и время, оказываются лежащими на разных иерархических уровнях – глобальном и локальном, не теряя при этом черт универсальности. Причинность, как это ни покажется странным, проявляет себя именно в тех областях, где вступают в силу законы квантовой механики, проявляясь в псевдоскалярном характере времени. Детерминизм становится господствующим там, где перестают работать причинно-следственные отношения, время становится скаляром и вступают в силу законы обычной (классической) механики.

Если на глобальном уровне наиболее трудным для восприятия является принцип дальнего действия, то на локальном уровне столь же трудно согласиться с явлением направленности времени. Этому в значительной степени мешает довольно устойчивая традиция приписывать это свойство времени статистическим ансамблям. На этой почве твердо стоит, в частности, Г. Рейхенбах, посвятивший исследованию времени значительную часть своей творческой жизни, очень многие философы и физики. В своем широко известном труде «Направление времени» Г. Рейхенбах, в итоговой части работы, пишет следующее: «Из этого краткого обзора современных исследований можно сделать вывод, что с помощью квантовой физики нельзя определить направления времени; подобное же было показано при анализе атомных событий в рамках классической физики. Квантовая физика еще больше обострила ситуацию, поскольку она показала, что и временной порядок, а не только направление времени является статистическим свойством. Время представляется всецело макроскопическим явлением, которое нельзя приписывать явлению микрокосма» [80].

Приведем в этой связи также высказывание хорошо известных и авторитетнейших современных физиков И. Пригожина и И. Стенгерса: «Адекватное физическое описание хаотических систем, эволюции во времени, включающее в себя необратимость и вероятность, достижимо только на уровне ансамблей» [74]. Авторы полагают, что квантовая теория будет содержать в себе подлинную временную необратимость лишь в том случае, если она будет описывать процессы не в терминах волновых функций, а в терминах так называемых матриц плотности, описывающих смесь различных волновых функций $\Psi_{\mathbf{k}}$ со статистическими весами $\mathbf{g}_{\mathbf{k}}$ (вес $\mathbf{g}_{\mathbf{k}}$ заключен между 0 и 1, сумма весов $\mathbf{g}_{\mathbf{k}}$ по $\mathbf{k}$ равна 1) и подчиняющихся урав-

нению фон Неймана - аналога уравнения Лиувилля для классических ансамблей.

А вот что пишет про необратимость времени Р.Фейнман в своих лекциях по физике: «Насколько нам сейчас известно, причиной этой необратимости является огромное число частиц, принимающих участие в обычных процессах. Но если бы мы видели отдельные молекулы, то не могли бы сказать, работает ли вся машина вперед или назад. ...То, что фундаментальные законы физики, управляющие атомами и молекулами, обратимы во времени, по-видимому, верно» [98].

Таким образом, можно констатировать, что на сегодняшний день в физике (и философии) феномен необратимости времени считается характеристикой лишь статистических ансамблей. Понятие статистического ансамбля, как его определяют Пригожин и Стенгерс, включает в себя два ключевых условия: 1) существование множества объектов (частиц); 2) вероятностный характер поведения каждой отдельной частицы.

В классической физике не было выполнено второе условие, и потому в конечном счете пришлось отказаться от попыток связывать направление времени с обычной термодинамической энтропией. В квантовой механике, если мы не рассматриваем систему из множества частиц, не выполняется первое условие, и потому снова теряется возможность говорить о направлении времени. В синергетике физической причиной необратимости процессов во времени считается неустойчивость динамических систем (как классических, так и квантовых) [109]. Однако любая неустойчивость тоже возникает как результат взаимодействия нескольких объектов. Даже в «бильярде Синая» феномен неустойчивости появляется при взаимодействии (столкновении) шара со стенками бильярда, имеющими определенную конфигурацию: по крайней мере, одна из его стенок должна быть выпуклой. Заслуга синергетики заключается лишь в том, что она позволила математически корректно (с помощью теоремы Синая) обосновать закон роста энтропии в физически замкнутой системе, чего не смогли сделать Л. Больцман и Эренфест.

Получается, что время представляется не только всецело макроскопическим явлением (как считал Рейхенбах), но и требующим множественности сталкивающихся друг с другом объектов (частиц). Но тогда возникает довольно странная ситуация. Если время нельзя приписывать явлениям микрокосма и если оно является характеристикой лишь коллективного поведения, то, например, атом водорода, способный сохранять динамическую устойчивость неограниченно долго, сразу же оказывается объектом, существующим как бы вне времени или, по крайней мере, не ведающем направления времени. То же самое можно сказать (вместе с Р.Фейнманом) практически о всех молекулах, ибо мы не знаем, сколь представительным должен быть ансамбль частиц, чтобы в нем могло возникнуть направление времени. Мы не знаем также, что дает нам право причислять эти молекулы к нелинейным динамическим системам, чтобы они могли на «законном» основании войти в поток времени.

Все это представляется довольно сомнительным. Перефразируя приведенные выше слова Фейнмана, скажем так: то, что фундаментальные законы физики, управляющие атомами и молекулами, обратимы во времени, по-видимому, не верно. Можно согласиться пока лишь с одним: понятие направления времени в обязательном порядке требует того, чтобы в природе имела место объективная случайность. Многое говорит за то, что случайность и направленность времени как бы взаимно предполагают друг друга. И тогда становится понятно, почему в строго детерминированном мире, каким является мир гравитации и наша Вселенная, время теряет свою направленность. Оно обретает в этом случае свойство симметрии (не переставая, однако же, оставаться временем), чтобы исключить Вселенную из временного потока, наделив тем самым ее свойством вечности. Временная симметрия – это и есть признак вечности Вселенной. Или, говоря другими словами, есть выражение, пожалуй, самого фундаментального физического закона – закона сохранения Вселенной.

Следуя этой логике, мы видим также, что инертная масса, подчиняющаяся закону сохранения, тоже обретает тем самым черты вечности. И теперь мы знаем, почему так происходит: «вечность» инертной массы есть логическое следствие вечности Вселенной, благодаря которой она (инертная масса) существует.

Все эти утверждения хорошо укладываются в рамки экологической парадигмы. Именно в этих рамках закон сохранения инертной массы и закон временной симметрии в гравитационном мире как бы вытекают один из другого. И нет никакой необходимости навязывать направленность времени макросистемам, а, тем более, Вселенной.

Иное дело мир электричества, где инерционная масса, как мы знаем, не связана законом сохранения. Это дает нам право ожидать нарушения закона временной симметрии и появления феномена направленности времени в этом мире. Таким образом, коренная причина направленности времени кроется не в статистических ансамблях и неустойчивости нелинейных динамических систем, а в переменчивом характере инерционной массы μ , способной к тому же покидать локальную систему и поглощаться ею в виде световых волн. Световые явления и порождающие эти явления локальные (электрические) системы хранят в себе тайну времени подобно тому, как глобальная (гравитационная) система хранит в себе тайну пространства.

Практически весь мир явлений, в котором живет и творит человек (включая его самого), выстраивается на этих двух видах взаимодействий: гравитационном и электромагнитном. С ними связаны базовые «элементы» мироустройства – инертная и инерционная массы. Любые элементарные частицы, которые мы на сегодняшний день знаем, не несут в себе никаких иных видов масс, кроме вышеназванных. И вполне может оказаться, что ядерные силы и так называемые слабые взаимодействия, могут быть тем или иным способом сведены к «базовым» взаимодействиям – гравита-

ции и электромагнетизму. Сейчас пока преждевременно гадать о том, как это может произойти.

В данный момент для нас важно другое. Если корни необратимости времени не лежат в природе электромагнетизма, то нам просто-напросто нигде будет их искать. Какие бы мы не придумывали системы (статистические ансамбли, нелинейные динамические системы и т.д.), все они будут иметь лишь сугубо математический смысл, если будет игнорироваться их физическая основа, т.е. тот базовый тип взаимодействий, который обеспечивает само существование физических систем.

Если временная асимметрия не будет обнаружена в локальных (электрических) системах, то никакая статистическая физика или синергетика не смогут нам помочь, ибо их выводы будут иметь такое же слабое отношение к физической реальности, как риманова геометрия, пространство Минковского, черные дыры и т.д.

Несомненная заслуга нашего замечательного физика и астронома Н.А. Козырева заключается в том, что в поисках «причинной механики» он раскрыл псевдоскалярную сущность времени, а также обнаружил, что третий закон Ньютона (закон равенства действия и противодействия) «окажется прямым следствием свойств причинности и хода времени, и что в силу этого обстоятельства закон сохранения импульса можно считать одним из самых фундаментальных законов Природы» [47]. Попутно напомним в этой связи, что именно понятие импульса, применимое и к волнам, и к частицам, позволило нам получить обобщенное выражение волнового уравнения (3.82) в виде уравнения Шредингера (3.84). Чуть позднее мы еще вернемся к вопросу о связи понятия импульса с феноменом времени, а сейчас обсудим псевдоскалярный характер времени в квантово-механических процессах.

Учитывая сказанное, нам придется-таки признать, что в квантовой механике нет и не может быть временной симметрии. Ее не может быть в связи с разделением переменных в структуре волновой функции, что лишний раз демонстрирует «разделение» пространства и времени в природе и иллюзорность понятия пространственно-временного континуума. Изменение знака времени оставляет неизменной пространственную часть волновой функции и приводит к тому, что волновая функция в целом становится другой и, следовательно, относится к другому процессу, хотя тоже удовлетворяет волновому уравнению. Но если одновременно произвести инверсию (обращение знака) в пространственных координатах, то характер описываемого волновой функцией процесса остается прежним, и это самое главное. То, что новая функция оказывается комплексно сопряженной с исходной, никакого физического смысла не имеет, и может не приниматься во внимание. Как и следовало ожидать, эта функция тоже удовлетворяет волновому уравнению.

Если теперь вспомнить «генетические» корни волнового уравнения, описанные в п. 3.3, то различие волновых функций при обращении знака

времени, действительно, принципиально. Ибо в одном случае речь идет о переходе инерционной массы из связанного состояния в свободное (рождение волны), а в другом – об обратном переходе (поглощение волны). В квантовой механике за этими процессами стоят генерация волновой функции, либо ее редукция. Говоря о необратимости квантово-механических процессов, обычно вспоминают про редукцию. Однако столь же необратимой является и генерация волн локальной системой. Рождение, как и смерть, является своего рода символом необратимости времени.

Конечный итог рассуждений состоит в следующем: в квантовой механике время оказывается псевдоскаляром, а сама квантовая механика имеет все основания называться «причинной механикой».

Псевдоскалярный характер времени в волновом уравнении квантовой механики, который почему-то не принимают в расчет многие исследователи проблемы времени, в действительности, на многое раскрывает глаза. В частности, это является несомненным признаком того, что описываемые этим уравнением объекты (волны) обладают спином. Более того, есть все основания предположить, что величина спина отражает характер зависимости импульса от инерционной массы μ . Так, для световой волны, где величина импульса пропорциональна величине инерционной массы ($P \sim \mu$), спин равен 1, а для частиц, где величина импульса пропорциональна квадратному корню из величины инерционной массы ($P \sim \mu^{1/2}$), спин равен 1/2. Здесь-то и начинается вырисовываться роль импульса в проблеме определения хода времени, которую интуитивно почувствовал Козырев, ибо спин – это и есть тот идеальный волчок, с помощью которого Козырев моделировал ход времени. К тому же, обнаруживается глубинная связь между спином и свойствами инерционной массы μ . Если предположить, что последняя имеет вихревую природу, то все становится на свои места. В частности, свет, являясь инерционной волной с импульсом $P = \mu C$, обнаруживает вихревую природу, поскольку имеет спин. Последний ориентирован по ходу движения, что отражает особенности волнового уравнения, куда временная компонента входит со знаком «минус». Если считать, что свет есть прежде всего вихрь кинетической энергии, и если допустить, что при поглощении света высвобождается именно эта энергия, то становится понятно, почему энергия световой «волны» определяется именно частотой (скоростью вращения вихря), а не амплитудой. Такого параметра как амплитуда у световых явлений, просто-напросто, нет.

Кроме того, мы убеждаемся в принципиальном различии понятий механического момента количества движения и спина: первый возникает в результате вращения инертной массы, второй – в результате «вращения инерционной массы», являя собой вихрь кинетической энергии. Не исключено, что Козырев, приписывая времени способность быть носителем энергии, сам того не замечая, переносил на время это удивительное свойство спина быть носителем вихревой кинетической энергии. В этом же явлении можно усмотреть также скрытую «энергетику» пресловутых торсионных полей.

И, наконец, самый поразительный факт состоит в том, что вихревая кинетическая энергия, представленная в явлении спина, несмотря на переменчивый характер инерционной массы μ , всегда остается строго неизменной по величине и равной $\hbar$ для света и $(1/2)\hbar$ для электронов и протонов – основных элементов локальных (электрических) систем.

Таким образом, с явлением света связаны сразу две фундаментальные постоянные $\hbar$ и C . Обе зависят лишь от величины потенциала гравитационного поля Φ в силу известных соотношений [120]:

$$C = (-\Phi)^{1/2}, \quad \hbar = (e^2/\alpha)(-\Phi)^{-1/2}, \quad (3.88)$$

где e – заряд электрона, α – постоянная тонкой структуры.

Если сохранение инертной массы во Вселенной является своеобразным индикатором (свидетельством) неуничтожимости пространства, то сохранение спина можно рассматривать как свидетельство неуничтожимости времени. Что же касается индикаторов направленности времени, то для этого, как мы теперь видим, нет необходимости обращаться к статистическим ансамблям. Достаточно обратить внимание на то, что вектор спина световой волны невозможно развернуть в обратную сторону. Именно в этой необратимости спина и заключается необратимость времени.

Для частиц, имеющих инертную массу, обращение спина означает превращение в античастицу. Необратимость времени обнаруживает себя, таким образом, в качественных скачках, в неспособности самого качества как такового к плавным переменам. Переход от одного качества к другому – всегда скачок. В этих качественных переходах, отражающих необратимость времени, заключена возможность выделения причин и следствий. Если бы причина и следствие не различались качественно, то мы не имели бы права говорить о причинно-следственных зависимостях. Это был бы как раз тот случай, когда причинность замещается детерминизмом.

В квантовой механике причинность непосредственно обнаруживается в фактах генерации и редукции волновых пакетов, в испускании и поглощении частиц, в превращении этих частиц друг в друга, короче всюду, где имеют место качественные скачки.

В заключение дадим ответ на вопрос, почему невозможна единая теория поля, т.е. то объединение гравитации и электромагнетизма, о котором мечтал и которого добивался Эйнштейн многие годы своей жизни.

Дело в том, что попытки такого объединения строились по той же логической схеме, по какой были объединены пространство и время в специальной и общей теории относительности. Такого рода попытки оказались безуспешными и должны были бы послужить сигналом для пересмотра релятивистской парадигмы в физике. Этого, к сожалению, не произошло: слишком высоко вознеслись этажи внешне вполне добротного здания физики, чтобы решиться на его перестройку.

Да, у нас есть основания говорить о единстве гравитации и электромагнетизма, но это есть единство глобального и локального аспектов физического мира. Такого рода единство не дает никаких шансов на построение теории «электро-гравитационного континуума» (единого поля). В своих попытках построить такую теорию Эйнштейн искал различного рода дальнейшие обобщения прежде созданной им теории тяготения (общей теории относительности – ОТО). К сожалению, найденные им варианты обобщенных уравнений поля (из восьми уравнений вместо шести в ОТО) не содержали решений, свободных от сингулярностей. Сам Эйнштейн признавался, что нет даже метода, с помощью которого можно было бы судить о существовании или отсутствии несингулярных решений [113].

Самое же главное состоит в том, что на пути, по которому пошел Эйнштейн, не было видно сколько-нибудь реальных возможностей обосновать квантовую (дискретную) природу энергетических уровней в атоме или, как выражался Эйнштейн, вывести «атомистический характер энергии».

Переход к экологической парадигме в физике требует принципиальной смены ориентиров движения, полного отказа от каких-либо единых теорий. Требуется пересмотра также само понятие поля как вида материальной субстанции. Случай с магнитным полем, которое, в действительности, оказалось «полем инерции», должен нас насторожить. Таким же «полем инерции» является, несомненно, и торсионное поле, что и делает его предметом споров и недоумений.

Что касается гравитационного и электрического поля, то в рамках экологической парадигмы они тоже лишаются статуса некой самостоятельной, самодостаточной сущности, выполняя функции связи между физическими объектами и их средами (как в биологии), или, если пользоваться традиционной терминологией, – между пробными частицами и источниками поля. Единство объекта и среды в физике выражается в форме энергии связей – глобальных и локальных. Причем глобальные (гравитационные) связи несут ответственность за пространственное бытие вещей, а локальные (электрические) – за бытие вещей во времени. С понятием поля происходит, следовательно, определенная трансформация – оно становится по своей логико-семантической природе функциональным. Миссию единой теории связи «объект-среда» (вместо единой теории поля) благополучно выполняет уравнение Репченко (3.33), из которого вытекает соотношение между инертной и инерционной массами (3.39). И хотя это уравнение само по себе тоже не решает проблемы «атомистического характера энергии», ситуация стала такова, что от него этого и не требуется. Дискретность энергетических спектров есть проблема сугубо «электрическая», и решается она на уровне локальных систем с учетом «вихревого характера» инерционной массы.

В единстве гравитации и электромагнетизма кроется секрет так называемого принципа соответствия. Предельный переход от квантовой механики к классической связан отнюдь не с тем, что первая более точно отра-

жает физическую реальность, чем вторая, а с тем, что локальный аспект этой реальности не мог бы существовать без глобального, находя в последнем свое теоретико-методологическое обоснование. Уместно будет в этой связи привести слова Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица: «...Квантовая механика занимает очень своеобразное положение в ряду физических теорий – она содержит классическую механику как свой предельный случай и в то же время нуждается в этом предельном случае для самого своего обоснования» [52].

Не будем забывать также о том, что квантовая механика есть, в сущности, квантовая электродинамика или квантовая теория электричества. А закон Кулона, на котором строится теория электричества, по своей формально-математической структуре идентичен закону всемирного тяготения Ньютона. Идентичным образом порождаются инертная и инерционная массы. В этой идентичности усматривается единая сущность явлений гравитации и электромагнетизма, выраженная в экологической парадигме и состоящая в единстве физического объекта с поддерживающей и обуславливающей его существование средой.

В настоящее время трудно сказать, что будет с теорией элементарных частиц в ходе ее перестройки в рамках новой парадигмы. Здесь, судя по всему, предстоит огромная по своей масштабности и глубине работа, в результате которой откроется новое видение мира и будут раскрыты многие загадки природы, на которые сегодня предпочитают закрывать глаза наши теоретики и которые (за отсутствием иных возможностей) списываются на счет неизведанных глубин физического вакуума: последний все стерпит.

Увы, мы слишком часто стараемся погрузиться в мир туманных абстракций ради сохранения в неприкосновенности традиционных подходов вместо того, чтобы на уже привычные нам вещи попытаться взглянуть другими глазами. Самые глубокие тайны природы кроются, как правило, в самом обыденном и повседневном.

3.6. Структурная информация и энергетика

Прежде всего заметим, что эффект сверхединичности (высокий уровень энергоэффективности, при котором «коэффициент полезного действия» превышает сто процентов) представляет собой самое обычное явление в процессах управления, если смотреть на системы управления как на преобразователи энергии. В самом деле, энергия управляющих импульсов обычно во много раз меньше, чем высвобождаемая благодаря этому импульсу энергия в управляемой системе. Однако эта высвобождаемая энергия предполагает предварительное накопление соответствующих ее запасов в виде так называемой внутренней энергии. Вне всякого сомнения, энергия не возникает из ничего, но она может извлекаться из «тайников», создаваемых самой природой в ответ на весьма слабые воздействия. Жи-

вые организмы, питаясь, запасают энергию, чтобы затем использовать ее для ответной реакции на сигнал, несущий в себе важную информацию при ничтожном количестве энергии. Вся живая природа представляет собой, с этой точки зрения, совокупность сверхединичных энергетических устройств. Мозг человека, потребляя всего лишь 25 ватт мощности, приводит в действие тело человека, высвобождая сотни и тысячи киловатт запасенной энергии. В энергетическом плане человек с его мозгом – это, пожалуй, самый совершенный сверхединичный генератор энергии, сотворенный природой.

В процессе взаимодействия системы с окружающей средой именно феномен «сверхединичности» позволяет достичь состояния адаптации, добиться экологического равновесия системы с природным окружением. Процесс адаптации можно рассматривать как итог приращения структурной информации в системе (упорядочение внутренних связей), позволяющей ей отвечать адекватной реакцией на внешние стимулы. Исследование законов поведения живых систем, предпринятое Г.А. Голицыным, показало, что все они могут быть удовлетворительно объяснены, если следовать принципу максимума информации в условиях ограниченных природных ресурсов [23]. Само возникновение жизни на Земле и формирование биологических видов было связано с накоплением и отбором информации. Автор пишет: «Причина, по которой информация играет столь существенную роль в эволюции как живых, так, добавим, и неживых систем, состоит в том, что она является наиболее общей и адекватной мерой приспособленности, «вписанности» системы в окружение, их взаимной согласованности и непротиворечивости» [23, с. 37]. В том, что информация играет существенную роль при изучении неживых (т.е. физических) систем, мы убедимся ниже. В частности, будет показано, что именно она порождает феномен «сверхединичности» во многих энергетических устройствах, позволяющих им функционировать с поражающей воображение эффективностью.

В соответствии с «негэнтропийным принципом информации», сформулированным Л. Бриллюэном, последняя может трактоваться как отрицательный вклад в энтропию [13]. В дальнейшем определенную таким образом информацию мы будем именовать структурной. Иными словами, структурная информация в системе может быть описана формулой:

$$I_s = H_{\max} - H, \quad (3.89)$$

где I_s – количество информации, сохраняемой в структуре системы, $H = -\sum_i p_i \log p_i$ – информационная энтропия Шеннона, $H_{\max}$ – ее максимальное значение, достигаемое при равных значениях p_i , $i = 1, 2, \dots, N$, характеризующих вероятность реакций системы на внешние воздействия, N – число возможных реакций.

Теперь наша задача заключается в том, чтобы перенести обозначенную выше идею связи феномена «сверхединичности» живых систем с упорядо-

ченностью реакций, измеряемой с помощью формулы (3.89), на любые другие системы, включая физические. Это легко сделать благодаря существованию физической энтропии S – аналога информационной энтропии Шеннона.

В этой связи имеет смысл вспомнить о введенном в свое время Г. Гельмгольцем понятия «свободной энергии» F , определяемой формулой:

$$F = U - ST, \quad (3.90)$$

где U – внутренняя энергия системы, T – ее температура. Величина ST характеризует «связанную часть» внутренней энергии. Это та часть внутренней энергии, которая не может быть в принципе превращаться в полезную работу. Следовательно, коэффициент полезного действия системы, рассматриваемой в качестве «энергетического устройства», имеет вид:

$$\eta = F / U = 1 - S / (U/T). \quad (3.91)$$

При максимальной энтропии $S_{\max}$, т.е. при полном отсутствии структурной упорядоченности в системе, последняя перестает быть «энергетическим устройством». И так как система неспособна более производить полезную работу, то $\eta = 0$. Отсюда видно, что $U/T = S_{\max}$. Учитывая свойство пропорциональности физической и информационной энтропии, установленное в свое время Л. Бриллюэном [12], будем иметь:

$$S / S_{\max} = H / H_{\max}. \quad (3.92)$$

И тогда выясняется, что коэффициент полезного действия η нашей системы в точности совпадает с шенноновским коэффициентом избыточности R :

$$\eta = 1 - H / H_{\max} = R. \quad (3.93)$$

Или, используя формулу (3.89), получим:

$$\eta = R = I_s / H_{\max}. \quad (3.94)$$

Таким образом, свободная энергия системы оказывается зависящей от содержащейся в системе структурной информации I_s :

$$F = RU = (I_s / H_{\max}) U. \quad (3.95)$$

Обратим внимание: данное выражение справедливо для термодинамической системы, рассматриваемой в качестве «энергетического устройства». Остается заметить, что данный вывод не является новым. Он был по-

лучен еще в 1985 г. в работе Е.А. Седова [86], оставшейся, впрочем, мало замеченной. А между тем, информационная трактовка коэффициента полезного действия систем может иметь весьма важные последствия в рамках экологической парадигмы в физике.

Для начала сделаем следующий шаг. Формулу (3.95) будем считать справедливой не только для термодинамических систем, но и для любых других систем, допускающих разделение в них энергии на свободную и связанную компоненты. Заметим, кстати, что Е.А. Седов в упомянутой выше работе тоже стремился придать формуле (3.95) смысл всеобщего фундаментального закона [86]. Однако входящие в формулу величины F и U все же остались жестко вписанными в контекст термодинамического подхода. Обобщенная трактовка F как суммарной энергии всех внутрисистемных связей [86] осталась, к сожалению, ничем не подкрепленной и в физическом отношении весьма расплывчатой, так как физическая природа «всех внутрисистемных связей» осталась совершенно неясной.

Особенность термодинамических систем заключается в том, что в них мы имеем дело с тепловыми процессами, представленных кинетической энергией хаотически движущихся нейтральных частиц (атомов, молекул). Выше было показано, что кинетическая энергия в природе обусловлена существованием инерционной массы μ и имеет в конечном счете «электрическое происхождение» в силу соотношения:

$$\mu C^2 + U_e = 0, \quad (3.96)$$

где C – скорость света, U_e – энергия электрических связей, μC^2 – скрытая кинетическая энергия электрической системы, т.е. системы, состоящей из заряженных частиц.

Переменчивый характер инерционной массы фактически и является той причиной, которая обуславливает феномен свободной энергии F , способной производить «полезную работу». Происходит это превращение благодаря тому, что в силу существования зарядов различных знаков мы можем увеличивать или уменьшать энергию электрических связей (замещая отталкивание притяжением и наоборот). Иными словами, мы можем допустить, что F отражает собой энергию электрических связей U_e .

С гравитационным взаимодействием дело обстоит принципиально иначе. Здесь притяжение имеет универсальный характер, и потому инертная масса m , отражающая энергию связи системы с остальной Вселенной (в силу принципа Маха), сохраняется при любых преобразованиях. В отличие от электрических систем гравитационные системы не имеют скрытой кинетической энергии и являются носителями исключительно «связанной энергии» $U_{св}$, которая ни при каких обстоятельствах не превращается в полезную работу. В данном случае энергия гравитационных связей $U_g = U_{св}$ тоже выражает собой «внутреннюю энергию» $m C^2$ и имеет место соотношение, аналогичное (3.96):

$$mC^2 + U_r = 0. \quad (3.97)$$

Однако теперь «внутренняя энергия» mC^2 и энергия гравитационных связей U_r не способны перетекать друг в друга. Так что извлечение полезной работы из гравитационных систем (в отличие от электрических) невозможно.

Как было показано, в природе электрические и гравитационные системы образуют единство по типу единства локальных и глобальных аспектов. Это означает, в частности, что Вселенная, сплошь состоящая из частиц с положительными или отрицательными зарядами, не может исчезнуть, даже если эти заряды будут взаимно скомпенсированы (нейтрализованы). Гравитация существует как гарантия принципиальной невозможности такого исчезновения Вселенной. А, с другой стороны, наличие инерционной массы во Вселенной есть обязательное условие существования тепловых и световых явлений, кинетической энергии поступательных и вращательных движений, без которых Вселенную неминуемо ожидал бы коллапс.

Единство электрических и гравитационных систем – это единство свободной и связанной энергии, которые проявились (как частный случай) в термодинамических процессах. В общем случае можно принять, что:

$$\eta = F / U = U_s / (U_s + U_r) = I_s / H_{\max}. \quad (3.98)$$

Из (3.70) путем несложных преобразований можно получить формулу:

$$U_s = I_s / (H_{\max} - I_s) U_r. \quad (3.99)$$

Хотя соотношение (3.99) является прямым обобщением формул, полученных Е.А. Седовым, оно отличается от чисто термодинамического случая весьма существенно по своему физическому содержанию. Если в идеальных термодинамических системах извлечение свободной энергии ограничено потенциальными запасами кинетической энергии нейтральных частиц, образующих систему, то в электрических системах эти ограничения сняты. Возможность извлекать энергию из реального вещества, вообще говоря, ничем не ограничена, что косвенно обнаруживается в современной физической теории, обычно приводящей к расходимостям при подсчетах энергии, запасенной в гипотетическом «физическом вакууме». В формуле (3.99) расходимость обнаруживается в том, что энергия электрических связей и возможность извлекать полезную работу неограниченно возрастают при $I_s \rightarrow H_{\max}$, т.е. при росте структурной информации в системе.

Если это действительно так, то проблема извлечения энергии из вещества сводится к умению расшифровать «язык», кодирующий структурную информацию в системе. После чего мы можем наращивать информацию I_s

(на упомянутом «языке») энергетически слабыми внешними воздействиями, на которые наша физическая система будет реагировать высвобождением запасов своей внутренней энергии, точь-в-точь как в живых организмах. Это и будет явление сверхединичности в новой энергетике.

Формулу (3.71) можно совсем упростить, если ввести обозначение:

$$\beta = I_s / (H_{\max} - I_s). \quad (3.100)$$

Коэффициент β будем называть коэффициентом энергоэффективности системы. Если к тому же учесть, что $\mu C^2 = -U_s$, а $mC^2 = -U_g$, то формула (3.99) может быть переписана в виде:

$$\mu = \beta m. \quad (3.101)$$

Иными словами, коэффициент энергоэффективности системы β определяется отношением запасов инерционной массы системы к ее инертной массе. Подчеркнем еще раз: формула (3.101) имеет всеобщий характер, и может рассматриваться как фундаментальный закон природы. Формула показывает, что количество свободной энергии μC^2 в системе может быть сколь угодно большим, и при «внесении» в систему соответствующей структурной упорядоченности (информации) может быть извлечено из системы в виде полезной работы. То, что инерционная масса в принципе может быть сколь угодно большой, хорошо известно из «релятивистской физики», где впервые была получена зависимость массы от скорости. То, что дело здесь вовсе не в релятивизме, было показано в работе О.Н. Репченко [81, с. 230–235] (см. также п. 3.3 данной главы).

Замечательная особенность формулы (3.101) в том, что она не требует привлекать для объяснения сколь угодно больших запасов свободной энергии в системе такого понятия как «физический вакуум». Ошибочность взгляда на «физический вакуум» как на источник свободной энергии подчеркивал в свое время еще Я.Б. Зельдович. В своей последней (предсмертной) работе он писал: «Наконец, последнее предупреждение молодым и немолодым читателям: не конструируйте машин, извлекающих из вакуума энергию. Это безграмотно уже сегодня, независимо от вопроса о вычислении энергии... Лучше подумайте, как использовать, да еще, по возможности, управляемым регулируемым способом, всю энергию $E = Mc^2$ вещества. Это трудно – но по крайней мере не противоречит общим законам природы. При взрыве урана и плутония используется меньше 0,1% Mc^2 , превращение водорода (в том числе дейтерия и трития) в гелий может дать до 0,6% Mc^2 ... Дерзайте – и добивайтесь десятков (если не 100%) процентов Mc^2 в земных условиях!» [36].

Из контекста работы неясно, что здесь имеется в виду под массой M . Но если это инертная масса вещества, то придется заметить, что утвердившееся в физике со времен Эйнштейна представление о том, что соот-

ветствующая ей энергия (т.е., по сути, энергия гравитационных связей со Вселенной) может быть использована в форме так называемой ядерной энергии, в рамках экологической парадигмы представляется, как минимум, некорректной. С величиной mC^2 ровным счетом ничего не может происходить: эти «консервы энергии» нам вскрыть никогда не удастся. Зато к нашим услугам энергия μC^2 , запасы которой объясняют и ядерную энергию, и энергию «физического вакуума». Величина $0,6\% mC^2$, отвечающая энергии ядерного синтеза гелия из водорода, как легко видеть из формул (3.100), (3.101), соответствует величине информации $I_s = 0,6\% N_{\max}$. При $I_s = 50\% N_{\max}$ величина свободной энергии численно совпадает с величиной mC^2 . В этом случае коэффициент энергоэффективности системы точно равен единице. При этом обычное КПД, если его исчислять отношением полученной энергии к энергии, затраченной на прирост структурной информации в системе, может быть в десятки, сотни и даже тысячи раз превосходить единицу. Все зависит от глубины энергии связей, которую мы желаем высвободить, и (что особенно важно) от выбора «языка», на котором мы будем разговаривать с системой. Свободная энергия останется недоступной, если система не будет понимать «языка», используемого исследователем. Точно так же и в мире живого: мышцы животного, в которых «законсервирована» химическая энергия, остаются в покое, если животное не понимает языка, на котором его предупреждают о приближении опасности. Никакой полезной работы в этом случае не производится.

Хотя формула (3.101) формально допускает неограниченный рост инерционной массы μ и, соответственно, свободной энергии, существуют факторы, делающие невозможной бесконечно большую плотность свободной энергии при продвижении вглубь микромира. Во-первых, при уменьшении пространственных масштабов физической системы уменьшается ее инертная масса m , в пределе стремясь к нулевому значению, что ограничивает рост плотности инерционной массы. Во-вторых, как было показано выше, инерционная масса изначально имеет волновую природу. Иными словами, пространственная локализация инерционной массы невозможна из-за квантовомеханической неопределенности, органически присущей именно электромагнитным явлениям и проявляющейся при уменьшении инертной массы физических систем. Нарастание хаоса в микромире по мере продвижения вглубь материи разрушает системные связи, а также само пространство и время.

Как видим, природа находит способы избегать бесконечностей, которые навязываются ей математикой. Нам придется признать, что бесконечность материи вглубь столь же невозможна, как и бесконечность материи вширь. В последнем случае препятствием является принцип Маха. В самом деле, бесконечность материи вширь означала бы бесконечно большую энергию гравитационной связи тел с остальной Вселенной, а, следовательно, бесконечно большую инертную массу этих тел. То, что тела имеют в действительности конечную инертную массу, можно считать эмпириче-

ским доказательством конечности Вселенной. Согласно представлениям, успешно развиваемых В.Л. Янчиным, Вселенная погружена в квантово-механический хаос благодаря росту постоянной Планка по мере уменьшения гравитационного потенциала за пределами Вселенной [120]. При движении вглубь материи мы снова сталкиваемся с хаосом. Только на этот раз он становится препятствием для неограниченного роста инерционной массы тел, хотя формулы для свободной энергии допускают ее бесконечность.

Не исключено, что возможность практического использования энергии связей при продвижении вглубь материи и в самом деле ограничена величиной $\beta = 1$. В этом случае инерционная масса системы равна ее инертной массе. Но это вовсе не значит, что наша система должна быть вдвое тяжелее: ведь инерционная масса не имеет веса. В силу этого обстоятельства как раз и создается впечатление, что мы используем энергию mc^2 , либо какую-то ее долю. То, что при ядерном синтезе гелия коэффициент энергоэффективности β достигает уровня всего 0,6%, свидетельствует о громадных возможностях нетрадиционной энергетики. Феномен сверхединичности в энергоустановках, описанных в работах Л.П. Фоминского [103], Г.В. Николаева [65] и многих других авторов, подтверждает сказанное. В частности, как показал Фоминский, при работе вихревых теплогенераторов возможны процессы так называемого холодного ядерного синтеза. Если это действительно так, т.е. основания думать, что описанный выше «информационный механизм» извлечения свободной энергии из вещества успешно осваивается нашими изобретателями, хотя и на чисто интуитивном уровне.

Реакции холодного ядерного синтеза идут, по мнению Л.П. Фоминского (см. главу 7 в работе [103]), в вихревом теплогенераторе Ю.С. Потапова, промышленные образцы которого исправно работали в Кишиневе (и не только в Кишиневе) в течение 10 лет. Другие авторы объясняли выделяемое теплогенератором избыточное тепло выделением энергии «физического вакуума» из кавитационных пузырьков, рождающихся из тормозного устройства в его вихревой трубе [84]. Избыточную тепловую энергию при работе кавитационно-вихревого теплового генератора, разработанного С.С. Кочкиным, объясняют перестройкой энергетических уровней взаимодействия молекул под воздействием вихревого и кавитационного факторов, при которой высвобождается часть энергии межмолекулярных связей. При этом количество тепловой энергии, выделяемой в результате этих процессов, многократно превосходит затраченную, которая расходуется на создание условий для возникновения кавитационных пузырьков [14]. Использование скрытой внутренней энергией вещества объяснял работу высокоэффективных энергетических устройств известный исследователь и изобретатель В.Д. Дудышев. В частности, он обращал внимание в этой связи на огромные потенциальные возможности сил кулоновского взаимодействия, что полностью согласуется со смыслом формулы (3.99). Ряд конкретных малозатратных технологий изобретены В.Д. Дудышевым именно за счет потенциальной энергии электрического поля [29].

Не вдаваясь в детали многочисленных возможных объяснений происхождения эффекта сверхединичности (удовлетворительное его объяснение рано или поздно будет найдено в рамках новой (экологической) парадигмы), можно утверждать, что это эффект обуславливается комбинацией обычного электричества и гравитации (инерционной и инертной массы), которая определяется нашей способностью создавать системы с высоким уровнем структурной информации I_s . Этой же комбинацией могут быть объяснены и сами ядерные силы, если принять во внимание быстрый рост энергии электрических и гравитационных связей в масштабах ядерного пространства. Ничто не мешает неограниченному росту так называемой скрытой массы внутри ядра. В то же время масса ядра как некой целостной системы, взаимодействующей с внешними объектами, остается на своем обычном уровне, поскольку определяется этими внешними взаимодействиями. Любая элементарная частица может быть хранилищем огромных запасов внутренней энергии связей (и, соответственно, скрытых масс), имея сколь угодно малую (но конечную) реальную массу. На это парадоксальное обстоятельство обращается особое внимание в работе О.Н. Репченко [81]. Это значит, что нет никакой необходимости искать причину сверхединичности в теоретических конструкциях типа «физического вакуума», возникающих в рамках релятивистской концепции физики. Потенциально неограниченные запасы энергии в микрокосмосе имеют место не потому, что мы имеем дело с «открытыми энергетическими системами», как писал В.Д. Дудышев в упомянутой выше работе, а в силу того, что для микрокосмоса характерна тенденция $I_s \rightarrow H_{\max}$, ограниченная лишь ростом квантовомеханического хаоса при уменьшении пространственных масштабов и приближении инертной массы частиц к своему пределу – так называемому «кванту» массы (см. п. 3.2 этой главы).

Учитывая сказанное, было бы преждевременно предавать анафеме принципиальную возможность осуществления холодного ядерного синтеза, тем более что соответствующая энергетическая установка была практически создана И.С. Филимоновым еще в 1957 г. Если в самой природе достигнут уровень $I_s \cong 0,6\% H_{\max}$ (высокотемпературный ядерный синтез), то человеческий интеллект способен его (этот уровень) существенно превзойти. В методах энергопроизводства неразумно идти по пути прямого копирования природы, а тем более утверждать, что этот путь единственно правильный. Не будем забывать: природа не сумела изобрести автомобиль. Она не смогла изобрести даже простого колеса. Зато она сумела изобрести высокоэффективную систему – человеческий мозг, способный наращивать уровень I_s в искусственно создаваемых энергосистемах. По существу, нет никаких запретов на то, чтобы поднять этот уровень, по меньшей мере, на порядок по сравнению с тем, который был достигнут природой в высокотемпературном ядерном синтезе. Об этом и говорят формулы (3.99–3.101).

Глава 4. ЭВОЛЮЦИЯ И ИНФОРМАЦИЯ

4.1. Эволюция как объяснительный фактор в биологии

Живые организмы являются столь совершенными образованиями, что научное описание биологического мира в терминах эволюционных изменений представляется исключительно сложным делом. Известный биолог Жорж Кювье (1769–1832) не считал возможной эволюцию жизненных форм, а английский просветитель Уильям Палей (1743–1805) рассматривал эти формы как результат божественного творения. Это был первый креационист, и подобный взгляд на биосферу оказался крайне устойчивым в истории биологической науки. Об остроте ситуации говорит то, что департамент образования США в правовом порядке закрепил преподавание в американских общеобразовательных школах научную теорию эволюции, запретив креационизм как современную школу религии.

Возникшая в 1859 г. эволюционная концепция (дарвинизм), первоначально с восторгом принятая в научном сообществе, подверглась жестокому испытанию в связи с обнаружением генетических основ жизни. М.Дж. Бехе писал: «Дарвиновская теория представлялась разумной, пока механизм эволюции рассматривался как черный ящик. Однако, когда биохимики открыли черный ящик и увидели молекулярный механизм работы жизни в его невероятной сложности, возник вопрос, как все это может эволюционировать» [122, р. 15].

Казалось, что спасение заключается в постепенности эволюции. Р. Доукинс, применяя принцип малых изменений, считает, что сложные биологические конструкции типа глаза, могут возникать эволюционным путем: «Мы говорим о числе генераций, которые отделяют нас от древнейших предшественников, измеряемом в тысячах миллионов. При этом, скажем, взяв 100 миллионов Х-ов (т.е. малых изменений), мы были бы в состоянии сконструировать правдоподобную серию тонких градаций, связывающих глаз с отсутствием такового вообще» [123]. На это он получает возражение Р. Милтона: «...Чем больше число шагов, на которое можно разбить эволюцию, тем более невероятным становится то, что все они будут сделаны в правильном направлении» [135].

Креационизм преодолевает все эти трудности допущением актов творения, чем, по существу, демонстрирует отказ от логико-научной методоло-

гии. Определенный скепсис по отношению к науке делает креационизм спасительной концепцией в отношении к биологическому миру. Как вариант объяснения видового разнообразия в биосфере данная концепция представляется удовлетворительной даже в сегодняшней среде биологов [37].

Вместе с тем, нельзя игнорировать, что в биологии происходит заметное движение в сторону модификации дарвиновской эволюции. Еще в середине XX в. была создана так называемая синтетическая теория эволюции Е. Майром и Дж. Симпсоном, которые были активно поддержаны в России прежде всего работами Н.В. Тимофеева-Ресовского и его учениками [19]. Сторонниками синтетической теории эволюции (неодарвинизма) были генетики-эволюционисты А.Н. Северцов, Н.И. Вавилов, С.С. Четвериков, Л.С. Берг, Н.К. Кольцов, И.И. Шмальгаузен, Н.В. Тимофеев-Ресовский, И.А. Рапопорт, Н.П. Дубинин. Подробное изложение теории можно найти у Юлиана Хаксли [130].

Единственно возможной предпосылкой эволюционных изменений в синтетической теории эволюции является случайное повреждение ДНК (мутация). Далее идет естественный отбор, закрепляющий полезные мутации. Р.Доукинс полагал, что быстрота смены переходных форм затрудняет фиксацию этих форм в геологических отложениях. Не будем, однако, забывать, что природно-климатические колебания в истории Земли, судя по всему, мало сказывались на трансформации видов. Шло постепенное усложнение организмов биосферы и самой биосферы. Естественный отбор, если он действительно имел место, должен был бы предполагать внутренние взаимодействия в самой живой материи Земли, т.е. в биологических системах. В результате происходят процессы самоорганизации. Усложнение биологических систем приводит затем к включению механизмов автокатализа и саморепликации [44, 131]. Автокатализ становится фактором упорядочения, исключая необходимость обращения к естественному отбору. Роль каталитических механизмов, как фактора эволюции, отмечалась А.П. Руденко [83].

Кстати, такого рода упорядоченность может характеризовать не только биологические системы, но также иные процессы физического и химического характера. Вспомним конвективные структуры Бернара, химические реакции Белоусова-Жеботинского. И все же результаты спонтанного упорядочения с концептуальной точки зрения не вступают в логическое противоречие с дарвинизмом, поскольку могут закрепляться посредством отбора.

Действительной альтернативой дарвинизму может выступать только креационизм, обладающий естественной способностью осмысления «не упрощаемой сложности» (М.Дж. Бехе) биосистем. Тем не менее, и в этом случае существует возможность строить модели самоорганизации и самоупорядочения биологических структур (включая молекулярный уровень), предполагающие механизмы отбора. Логические трудности этого механизма возникают лишь в условиях закрытых систем (с их законом роста энтропии), каковыми живые организмы и их сообщества не являются.

Нельзя считать случайным, что современная философия биологии начинается с появления понятия эволюции и естественного отбора, как это происходит в работе М. Грина и Д. Депью [127]. По мнению основателей и сторонников синтетической теории эволюции, «в биологии ничего не имеет смысла вне освещения с эволюционной точки зрения» [127, с. 286]. Это надо понимать так: эволюционное объяснение универсально. Все, что имеет место в биологии, находит свои причины в предшествующих событиях, зиждется на исторических основаниях. В этом смысле дарвинистское мировоззрение реализует исторический подход в биологии. Оно не может удовлетвориться одной лишь типологией биологических объектов, как это было до Дарвина. Подобный факт был бы равносителен исключению временного параметра в процессах развития.

Систематизация живого имеет смысл лишь в рамках общности происхождения. Поэтому заслуживающим особого внимания является отношение «предок-потомок», которое дает в руки биологов средство для реализации «универсального дерева жизни» (К. Везе [140]). Эволюционное объяснение представляется достаточным, если удастся найти предшественника. Во всяком случае, дарвинистское мировоззрение позволяет избежать постулат креационизма об изначальном замысле. Таким путем находится способ эволюционирования от простого к сложному, действуя против второго закона термодинамики Клаузиуса.

Стоит все же обратить внимание на то, что дарвиновская концепция не является, вообще говоря, теорией упорядочения. Отбор может идти в сторону деградации и разрушения порядка. Если в генетике имеет место положительная мутация (ведущая к усложнению и самоорганизации), то в термодинамике в этой связи можно говорить об отрицательной флуктуации энтропии, а, еще лучше, о росте информации в системе. Каждый случай упорядочения должен иметь место в той части системы, в которой уже произошла информационная флуктуация. Как полагает Э.М. Галимов [20], дарвиновская концепция вполне приложима к явлениям адаптации и биологического разнообразия, подтверждаясь многочисленными наблюдениями, но она наталкивается на трудности при рассмотрении проблемы происхождения жизни.

Движущей силой естественного отбора, если следовать Дарвину, является случайное улучшение, которое постепенно распространяется на весь биологический вид в ходе естественного отбора. Э.М. Галимов предлагает механизм эволюции с учетом естественного отбора, но предлагает иную движущую силу, предполагающую процессы молекулярного автокатализа и производство низкоэнтропийного продукта (положительных флуктуаций энтропии). Он исходит из того, что должен существовать «естественный механизм, который при достаточно обычных условиях, способен обеспечить эволюцию вещества в сторону упорядочения» [20].

Чтобы возникло эволюционное упорядочение, необходимо соответствующее накопление эффекта упорядочения. Второе начало термодинамики

не исключает того, что внутри системы могут быть локальные процессы, характеризующиеся отрицательным производством энтропии. Это так называемое диспропорционирование энтропии весьма распространено в природе. Для эволюционного упорядочения важна стационарная система необратимых реакций. Стационарное состояние характеризуется не только устойчивостью, но и минимумом производства энтропии. Развитие последовательной цепи (сети) стационарных систем Э.М. Галимов рассматривает как путь эволюционного упорядочения (как в онтогенезе, так и в филогенезе). Сочетание производства низкоэнтропийного продукта с процессами итерации (от молекулярного автокатализа до процессов размножения организмов, смены поколений и т.д.) обеспечивает эволюционное упорядочение. При этом важно, чтобы в системе присутствовала высокоэнергетическая реакция, химически сопряженная с другими реакциями (наличие прямых и обратных реакций) в системе. Химическая реакция с участием аденозинтрифосфата (АТФ) является именно таковой. Эта кислота – универсальный аккумулятор химической энергии, обеспечивающий течение многих процессов. Поэтому синтез АТФ представляется важнейшим условием зарождения и развития эволюционного процесса в абиотической среде. Данное обстоятельство дало повод Э. Галимову считать аденозинтрифосфат «молекулой номер один» в процессе происхождения жизни на Земле.

«Молекулой номер два» считается t-РНК (транспортная рибонуклеиновая кислота) – единственное соединение, которое способно осуществить функцию соответствия между нуклеиновыми основаниями (кодонами) и аминокислотами. Молекулы, подобные t-РНК, как свидетельствуют исследования, существовали в ранней истории Земли. Факт возникновения генетического кода мог бы рассматриваться как опосредованный (через нуклеотидные последовательности) автокатализ полипептидов, т.е. полимеров – предшественников белков.

Таким образом, эволюционное упорядочение может иметь место как в процессе биологического развития, так и в первичном абиогенном мире. Так понимаемое упорядочение отличается от дарвиновских механизмов эволюции. Причем в ходе комбинирования низкоэнтропийных структур эволюция должна не обязательно протекать путем малых изменений. Чаще всего это будут скачки, обусловленные новыми сочетаниями старых структур. Так именно происходит эволюция при комбинации генов, дающая скачкообразные фенотипические изменения. В связи с этим возникает вопрос о роли рассеянного генетического материала (вирусов, плазмид, интронов) в процессах видообразования. До сих пор неясна целесообразность существования некодирующих нуклеотидных последовательностей (интронов). Существуют тенденции рассматривать их как генетический мусор, не дающий никаких селективных преимуществ. Интроны присутствуют в составе ДНК. Р. Доукинс в этой связи писал: «Удивительно, что только около 1 процента генетической информации, например, в клетках человека, по-видимому, используется... Никто не знает, почему присутствуют остальные 99 процентов» [123].

Концепция эволюционного упорядочения, в отличие от дарвинизма, в принципе, согласуется с существованием интронов в ДНК, так как мерой упорядочения является функциональное соответствие, а не фенотипическая полезность. Эволюционное упорядочение может происходить и без прямой фенотипической пользы. Жизнь – это, прежде всего, нарастающая степень упорядочения, ограничение свободы взаимодействий за счет накопления функционального соответствия.

Э. Галимов строит свою концепцию эволюционной упорядоченности в предположении существенной линейности биологических процессов, поскольку теорема о минимуме производства энтропии справедлива лишь в области линейной неравновесной термодинамики. Это равносильно представлению о том, что химические реакции биосинтеза, будучи неравновесными, все же имеют чрезвычайно заметный компонент обратимости, важный для эволюционной модели Э. Галимова. Биологическая эволюция предполагает наличие противоположных тенденций: с одной стороны, идет усложнение организации, при котором возникают низкоэнтропийные структуры (происходит рост структурной информации), с другой стороны, происходит деградация, в рамках которой устойчивые компоненты обнаруживают селективное преимущество. Последняя тенденция характеризует рост энтропии, что имеет определенное значение для свойств формируемой биоты. Именно в условиях этой двойственности (ограничение свободы и стремление к свободе) становится возможным биологическое разнообразие, адаптация к внешней среде и естественный отбор.

Один из результатов эволюционного упорядочения – фрактальность биоморфных структур. Происходит производство себе подобных структур (геометрические формы автокатализа) в условиях простых правил геометрического построения. В рамках дарвиновского естественного отбора фрактальность выглядит до некоторой степени странной, так как селективное преимущество фрактальных структур обнаруживается далеко не сразу. Их фенотипическая полезность выявляется спустя некоторое время, как в случае интронов. Но если фрактальность уже имеет место, то она может оказаться фенотипически полезной: ветвление дерева дает селективное преимущество, поскольку увеличивает доступность листьев световым потокам.

Возможна ли эволюция в условиях достаточных ресурсов и неизменности внешней среды? Эволюционное упорядочение не является непременно следствием изменений внешней среды. Дарвиновская эволюция, напротив, предполагает изменение среды. Ее механизм – борьба за ресурсы, обеспечивающие существование. Результат же – выживание наиболее приспособленных структур к существованию в данной среде. Э. Галимов, выявляя ограниченность дарвинизма, приводит примеры биологической эволюции в отсутствии изменений во внешней среде и вне действия механизма естественного отбора. Он полагает, что именно это обстоятельство должно стать предметом последующих исследований в области эволюционных процессов.

По мнению Э. Галимова, естественный отбор не является обязательным фактором упорядочения, поскольку может сопровождать и процессы деградации. Вспомним, что реальная биологическая эволюция выступает как единство двух тенденций: стремление к свободе (деградация) и ее ограничение (упорядочение). Именно с этим обстоятельством связана логическая справедливость дарвиновской концепции происхождения видов.

Для синтеза низкоэнтропийных структур требуется приток энергии и вещественный обмен (метаболизм). Вне этих условий живые системы обречены на исчезновение. И, быть может, именно потому жизнь занимает узкую нишу во Вселенной. В живых системах всегда присутствуют элементы обратимости и нелинейности. Полная обратимость (химическое равновесие) означает смерть живой системы. Поэтому жизнь при всех обстоятельствах противится переходу в равновесное состояние. С другой стороны, итеративность биологических процессов ведет к накоплению итеративных ошибок и побуждает к завершению эволюции на соответствующих уровнях, в конечном счете биосферы в целом.

Э. Галимов, высказывая различного рода возражения против дарвиновского взгляда на эволюцию, все же решает проблему происхождения жизни в рамках химических процессов. Фактически он производит обобщение дарвиновской концепции, используя химический язык и избегая при этом дефекты макроскопической трактовки эволюционных явлений. Полученные им выводы представляются новыми, но они наглухо привязаны к проблеме происхождения жизни, т.е. затрагивают исключительно временной аспект бытия живых систем.

Между тем, в работе Г.А. Заварзина было показано, что филогенез реальной биоты имеет вторичное значение по отношению к функциональному взаимодействию в биосфере [31]. По мнению автора, кооперативные отношения и, в частности, трофическая кооперация, являются важнейшей основой существования биоразнообразия. Представление о ведущей роли конкуренции является весьма ограниченным. Вся лестница живых существ предполагает включение новых организмов в зависимость от уже существующих, в конечном счете, от первичных продуцентов – автотрофов, зависящих только от неживого. Эволюция предполагает ограничение свободы в ходе многоступенчатого усложнения. Феномен целесообразности существует постольку, поскольку приходится вписываться в те возможности, которые задает система на каждом иерархическом шаге сверху вниз.

Если же говорить о временном параметре, то прошлое лишь составляет материал для настоящего. Целесообразность – это соответствие системе, т.е. имеет заведомо пространственный аспект. В мире микроорганизмов как системе, вмещающей биоту, нет возможности проводить испытания методом «проб и ошибок». Все должно происходить «здесь и сейчас». Система взаимодействий значима для каждого момента действия и именно она определяет возможные свойства различных организмов, трактуемых в терминах целесообразности.

Изучение прокариотной биосферы (мира бактерий) изменяет приоритеты в эволюционном мировоззрении, выдвигая на первое место функциональные отношения. «Эволюция служит средством достижения соответствия большой системе, у которой иные закономерности, чем у ее частных компонентов. Происхождение материала для эволюции находится в сфере прошлого, в то время как существующее биоразнообразие определяется настоящим» [31, с. 533].

Микробная биосфера является первичной в том смысле, что вмещает в себя последующие состояния эволюционирующей биосферы. При этом на первый план выходят трофические отношения, характеризующие функциональную структуру взаимодействий в биосфере. Эволюция не есть синоним филогении, что соответствует традиционным взглядам, а выступает продуктом экологических отношений (в самом широком смысле этого слова), предполагающих функциональное положение организма в пространстве биосферы.

Г. Заварзин делает этот отличающийся от общепринятого вывод, ссылаясь на известный тезис Аристотеля («Аналитика»): «...Нельзя последующее знать на основании предшествующего, для которого нет первичного...» [31, с. 522, 534].

Таким образом, объяснительным фактором в биологии эволюция является прежде всего потому, что она имеет экологические корни, т.е. выступает результатом функциональных взаимодействий организмов в пространстве биосферы. Можно предположить, что в эволюционном процессе, который мы наблюдаем, в частности, на Земле, некоторым образом принимает участие вся Вселенная, погруженная в окружающий Хаос и выступающая своеобразным упорядочивающим началом благодаря гравитационным связям. Весьма прозрачный намек на такое положение вещей, как будет показано ниже, делает модель эволюции, рассматриваемая в русле новейших физических представлений. Существующая на сегодняшний день литература открывает принципиальную возможность двигаться в этом направлении.

4.2. Рост информации в эволюционных процессах

Нет сомнения, что в процессе развития биологических организмов имеет место не только хранение, но и использование генетической информации. Исследование этих процессов является одной из задач синергетики, для которой используется соответствующая математическая техника [5, 6].

Однако в данный момент нас будет интересовать проблема биологической эволюции. Как мы видели, проблема происхождения жизни во многих отношениях исключительно трудна и оказывается в центре внимания как биологов, так и специалистов по синергетике [109, 124, 127].

В рамках биоинформатики важна проблема возникновения биологической информации, с которой связан, в частности, феномен генетического

кода. И поскольку мы заговорили об информации, то напомним, что именно органические соединения (гетерополимеры) способны осуществлять функцию носителей информации. Более того, гетерополимеры участвуют в процессах автокатализа, в котором данная информация репродуцируется (размножается). Немаловажный факт: органические соединения в природе заключают в себе потенциальную возможность к формированию информационных систем. И хотя помимо углерода склонность к созданию гетерополимеров имеет также кремний, образованные на основе кремния гетерополимеры не способны к процессам авторепродукции.

Углеродными гетерополимерами, осуществляющими функцию носителя информации в ранней биосфере, являются ДНК и РНК. Причем, если ДНК выступает в качестве хранилища генетической информации, то РНК, обеспечивая трансляцию и транскрипцию информационного материала, участвует в биосинтезе белков. Поэтому молекула ДНК может рассматриваться как первичное образование (первичный нуклеотид), предшествующее формированию соответствующих белковых тел.

На ранних стадиях биологической эволюции происходило образование нуклеотидов, а также других важных молекул (аминокислот, липидов, сахаров), с последующим формированием полимерных цепей, что в совокупности приводит к возникновению системы, способной рецептировать, запоминать и генерировать информацию, т.е. к возникновению информационной системы. Последнее знаменует также выбор для всего живого некоторого генетического кода и возникновение простейших организмов, способных использовать этот код в ходе авторепродукции. Д. Чернавский находит, что полимерные цепи, хотя и могут трактоваться в духе самоорганизации материи, еще недостаточны для применения понятия «живые системы» [109, с. 121]. Лишь информация, которую можно считать ценной (целесообразной), дает нам право говорить о «живой материи».

Органические вещества могут синтезироваться в открытой системе при наличии источников внешней энергии и предварительном спонтанном скоплении молекул. Образования, подобные коацерватам А. Опарина, наблюдались позднее В. Фоксом [127], который назвал их микросферами. Возникновение связей между азотом и карбоксильной группой может образовать случайные последовательности аминокислот (полипептиды) в пределах микросфер.

Спонтанный синтез полипептидов был продемонстрировать также в работе Ф. Эгами [125]. Небиологический синтез может достигать уровня полинуклеотидов. Причем двойная спираль ДНК с образованием аденин-тимидиновых и гуанин-цитозиновых пар являет собой пример устойчивой молекулы полинуклеотида. Спонтанное образование биополимеров в каплях, подобных клетке (коацерваты, микросферы и т.д.), можно считать процессом формирования «живой клетки».

Наконец, в каплеобразных структурах становится возможной авторедупликация («перезапись»), позволяющая запоминать строение полинук-

леотида (кода), что и обеспечивает хранение генетической информации в течение долгого времени. Фактически речь идет о ДНК, которая, как известно, способна к репродукции. Весьма любопытный момент заключается в том, что для всех видов животных и растений, и даже для простейших (*E. coli*), существует один единственный код (механизм соответствия между кодонами и нуклеотидами). Как было показано Д. Чернавским с помощью моделей генерации ценной информации, происходит случайный выбор кода, который вытесняет все остальные варианты [109].

Другой любопытный момент заключается в наличии биологической асимметрии, возникшей в ходе происхождения жизни. Известно, что большинство органических молекул обладает киральностью (спиральностью) и существуют в виде правых и левых молекул. Более сложные органические соединения могут состоять из компонент с различной киральностью. В неживой природе обе формы киральности представлены одинаково. В живой природе эта симметрия нарушается. Все аминокислоты за редким исключением (не имеющий формы кручения глицин) имеет левую спиральность. Смешение правовращающих и левовращающих форм (рацемическая смесь) в живой природе отсутствует. «Рацемические организмы» в живой природе не смогли выжить хотя бы потому, что для катализа таких организмов потребовался бы удвоенный набор белков – правых и левых. Организмы такого рода оказались нежизнеспособны. Кроме того, в рацемической смеси мононуклеотидов образование кирально чистых ДНК с ростом их длины резко убывает из-за встраивания в цепь антиподов. Длина кирально чистых ДНК в рацемической смеси составляет не более 100 звеньев, тогда как реальный участок ДНК, кодирующий один белок, имеющий около 200 аминокислотных остатков, должен содержать не менее 600 нуклеотидов.

Анализ участия в синтезе ДНК потоков поляризованных нейтрино показывает, что это обстоятельство способствует синтезу правых сахаров и левых аминокислот [109]. Кроме того, в биологических процессах рацемические состояния неустойчивы, ибо встреча двух антиподов, т.е. белков различной киральности, чревата их выпадением из реакции в силу антагонистического взаимодействия и прекращения автокатализа. Существует мнение, что фактором биологической асимметрии служит неустойчивость симметрического состояния [109]. Ситуация рассматривается с привлечением модели гиперциклов М. Эйгена [112].

Помимо проблемы биологической асимметрии в синергетике рассматривается и другая не менее сложная проблема – возникновение значительного биоразнообразия на Земле. В этой связи говорят иногда об эволюционном дереве, каждая ветвь которого соответствует определенному виду. Исходный ствол означает, что вначале имелся один прототип, давший впоследствии многочисленное потомство в виде ответвлений. Отрезки линий в системе ветвлений соответствуют устойчивому существованию биологических видов. Устойчивость может теряться, например, при исчерпании

запасов пищи, и тогда соответствующие отрезки (креоды [95]) обрываются. Возникает точка ветвления, в которой происходит «расщепление» признаков и образование новых видов. Это так называемая дивергентная стадия эволюции. Новые организмы находят себе новые источники питания и таким образом закрепляют себя в новых экологических нишах. Менее приспособленные виды выпадают из процесса эволюции, тогда как оставшиеся виды, утрачивая вариабельность, обретают устойчивость. Наступает стадия конвергенции.

Появление нового вида означает появление белков с новой функцией и соответствующими этим белкам новыми генами. Если вести разговор в терминах гиперциклов М. Эйгена, то возникновение вида можно рассматривать как процесс образования гиперциклов. Таким образом, биоразнообразие возникает, когда прежние белки в экологическом плане исчерпываются и необходимы новые с иными функциями. Процесс освоения новых экологических ниш за счет синтеза новых белков как раз и выступает основой дивергентной стадии эволюции.

Новый белок может либо возникнуть за счет незначительных мутаций, если условия обитания в значительной степени сохраняются (градуальная, или приспособительная эволюция), либо обретает принципиально новые функции, когда путь точечных мутаций становится неприемлемым (эволюция в форме ароморфоза – «большого скачка»). Ароморфозом, несомненно, является образование системы белков, способных осуществить фотосинтез, т.е. усваивать солнечную энергию. Существует мнение, что на формирование биоразнообразия (с учетом ароморфозов) времени существования Земли явно недостаточно, хотя такое мнение и выглядит дискуссионно. Во всяком случае, вероятность создания белка с принципиально новой функцией исключительно за счет точечных мутаций настолько мала (менее чем 10^{-40}), что ароморфозы оказываются фактически необъяснимыми. Это наводит на мысль, что ароморфозы в процессе эволюции возникают за счет механизмов, не сводящихся к мутационным явлениям.

Возникновение биоразнообразия происходит на основе одного и того же «алфавита» – единого кода. Образование белков с новыми функциями можно трактовать как генерацию новой информации на основе единого кода. При этом цель организмов можно трактовать как сохранение своей информации. Создание принципиально новой информации равносильно возникновению особи с очень большими эволюционными преимуществами. Лишь в этом случае можно говорить о быстром освоении пространства за счет большого коэффициента репродукции. И все дело только в том, чтобы найти механизм возникновения особи, обладающей этими эволюционными преимуществами.

Возникновение белковых систем, вырабатывающих новую информацию, предполагает «большие скачки» в условиях, когда возникает острый дефицит питательных ресурсов при ухудшении условий обитания (экологический кризис). Примеры «больших скачков» (фотосинтезирующие ор-

ганизмы в воде и дышащие кислородом организмы на суше) говорят о том, что биологической эволюцией двигали, с одной стороны, фактор сохранения накопленной информации, а, с другой стороны, факторы продовольственного кризиса с загрязнением окружающей среды отходами биологической деятельности.

Проблема ароморфозов принципиально решается, если допустить, что помимо точечных мутаций существует другой механизм – блочные мутации [109]. Новый белок, способный выполнить соответственно новые функции, «собирается» из старых белков, которые уже существуют. В этой ситуации информация, содержащаяся в прежних белках не пропадает. Она сохраняется, но используется в новых конструкциях. Д. Чернавский уподобляет этот процесс игре в «конструктор», в которой как раз и используется механизм блочных мутаций. При этих условиях вероятность новых белков становится вполне приемлемой (составляющей величину около $3 \cdot 10^{-11}$) для скачкообразных процессов эволюции. Как уже говорилось, возникновение фотосинтетического аппарата – пример большой мутации. Если рассматривать хлоропласты как простейшие существа, способные утилизировать солнечную энергию, то растительный фотосинтез можно рассматривать как результат симбиотического акта внедрения хлоропластов в растительную клетку в виде органелл, выполняющих свою прежнюю функцию [54]. Аналогичный процесс имел место при возникновении аппарата (синтез АТФ) усвоения кислорода.

Д. Чернавский полагает, что проблему скорости биологической эволюции при допущении гипотезы блочной мутации можно считать решенной [109]. Заметим, кстати, что в обществе технический прогресс был бы невозможен, если при создании каждого нового устройства приходилось бы каждую ее деталь изобретать заново. Очевидно, что в геноме должно быть достаточно много «запасных блоков», не участвующих в метаболизме и не дающих непосредственных эволюционных преимуществ, но при определенных экологических условиях могущих участвовать в конструкции новых белков [42]. Косвенным подтверждением концепции «конструктор» является явно избыточное количество «запасных блоков», или, как говорит М. Кимура, нейтральной информации. К этому стоит добавить, что обнаружен и исследован процесс блочной модификации генетической информации. Модифицируется, в частности, информационная РНК (с участием ферментов – рестриктаз), которая затем участвует в биосинтезе белка клеточной плазмы [109]. Эмпирически известны также симбиотические образования, в которых процесс блочной мутации наглядно продемонстрировал свою эффективность.

В целом факт развития живой природы и общества не подлежит сомнению. Имеется достаточно оснований считать, что эволюционный процесс является вселенским феноменом. Всеобщность эволюции делает это явление привлекательным для науки, в частности, для синергетики, которую интересуют любые развивающиеся системы. Секрет привлекательно-

сти прост – эволюционный процесс понуждает к исследованию процессов хранения и возникновения информации в системах, обладающих свойством неустойчивости и потенциалом самоорганизации. И, пожалуй, совсем случайно в науке появился термин «универсальный эволюционизм» [60].

В основе возникновения информации лежит явление неустойчивости, которое можно наблюдать на любых уровнях существующих в природе систем. Определенную математическую ясность ввел в эти явления А.М. Ляпунов, разработавший в этой связи теоретический аппарат – теорию устойчивости. Мера устойчивости (числа Ляпунова) широко используются в построениях синергетики. Синергетика рассматривает случай как принципиальную невозможность учесть исчезающе малые воздействия. Важно отметить, что свойство неустойчивости характеризует именно систему, а не внешние обстоятельства, которые обеспечивают лишь фактор малых возмущений. И если бы не случай, то генерация новой информации была бы невозможной. Синергетика усматривает в случайных явлениях основу творения информации. Понятия случая и информации не могли бы существовать друг без друга. В этом состоит основной лейтмотив синергетических исследований. И все же понятия случая и неустойчивости чрезмерно привязано к теории Ляпунова, имеющей дело хотя и с нелинейными, но тем не менее классическими дифференциальными уравнениями и феноменом траекторного описания.

Реакция организма на слабые внешние воздействия, проявляющаяся, в частности, в расходовании несоразмерно больших (по сравнению с воздействиями) запасов энергии организма, - свидетельство того, что организм находится фактически всегда в неустойчивом состоянии. Но это же свидетельствует о том, что подход к описанию живых организмов с помощью системы дифференциальных уравнений (хотя бы и нелинейных), где состояние неустойчивости имеет характер «особых точек», вряд ли является адекватным, т.е. соответствующем природе живых систем.

Аппарат дифференциальных уравнений в основе своей нацелен на решение задач механики, где явление неустойчивости обнаруживается скорее как исключение из правила. Перенос этого аппарата в мир живых систем, где неустойчивость, напротив, является правилом, означает, что мы заведомо ограничили себя методом аналогии, т.е. живые организмы полагаем как аналог механических систем, и не более того. Синергетика, беря на вооружение теорию нелинейных динамических систем, превращается в нелинейную механику, которую мы пытаемся распространить на живые объекты, вводя в дифференциальные уравнения нелинейные члены.

Изучая живые объекты, нельзя не заметить, что их реакция на слабые внешние воздействия весьма специфична. Она решающим образом зависит от структурных характеристик воздействия, например, от чередования во времени частоты и силы звука. Если снова обратиться к механической аналогии, то более всего подходит в данном случае пример с замком, к которому мы подбираем ключ. Ключ с определенным рисунком (структу-

рой) бородки открывает замок, тогда как другие ключи не открывают. Вот и выходит, что замок «реагирует» не на силу воздействия, а на его структуру. Относительно какой-то одной выделенной структуры воздействия замок обнаруживает «неустойчивость» (открывается), относительно всех прочих воздействий он вполне «устойчив»: они не переводят замок в «открытое состояние».

С живыми объектами происходит то же самое. Они обнаруживают неустойчивость по отношению к внешним воздействиям, имеющим определенную пространственно-временную структуру. Сила воздействия не имеет особого значения. К воздействиям с иной структурой они «глухи», даже если их сила будет относительно велика. Существующие на сегодняшний день методы анализа неустойчивости (с использованием чисел Ляпунова) игнорируют структурную характеристику внешних возмущений при проверке отдельных состояний системы на устойчивость, т.е. игнорируется как раз самое главное в поведении систем, реагирующих на информационное воздействие.

Можно согласиться с тем, что неустойчивость – обязательное условие восприимчивости организма к информации. Но одного этого условия недостаточно, не говоря уже о том, что неустойчивость в ее механическом (в духе теории Ляпунова) смысле является весьма ненадежной характеристикой информационных явлений. Важно еще выделить тип (класс) воздействий, по отношению к которым эта неустойчивость обнаруживается. Эти воздействия можно определить как информационные. Они могут быть таковыми по отношению к одному объекту (организму), и не быть таковыми по отношению к другому. В этом смысле можно говорить об избирательной неустойчивости. Мир, в котором отсутствует феномен избирательной неустойчивости, неспособен включать в себя «мыслящую материю», а, следовательно, неспособен к эволюционным изменениям. Неустойчивость механических систем, исследуемая методами Ляпунова – всего лишь предпосылка избирательной неустойчивости живых систем.

Синергетика, исследуя явление самоорганизации и апеллируя при этом к понятию информации, вынуждена обратиться к методам Ляпунова, поскольку иных математических методов анализа неустойчивости в науке пока не создано. Рано или поздно на этом пути ее ждет весьма неприятная (если не сказать – тупиковая) ситуация.

Эволюция – во многих отношениях процесс загадочный, и в целом пока не поддается традиционному математическому описанию. Современная наука, как известно, предпочитает иметь дело с законами природы и всеми теми процессами, которые подчиняются этим законам. Классическим этапом научного описания является теория механического движения, покоящаяся на «трех китах» – трех основных законах сохранения: энергии (массы), импульса и момента импульса. Нельзя не признать, что законы эти не объясняют развития. И это естественно, так как развитие не сводимо к механическому движению. Оно вообще не сводимо к детерминиро-

ванным процессам. Дело в том, что развитие (всякое развитие) включает в себя рост информации как важнейший фактор. Информация же во всех случаях есть свидетельство избирательной неустойчивости систем. Можно поэтому сказать, что развитие есть процесс изменения систем, обусловленный хронической потерей устойчивости, определенности поведения.

Система, потерявшая устойчивость, ведет себя непредсказуемо, и потому никакой априорно заданной направленности развития нет и быть не может. Есть только необратимость развития, что обнаруживается, в частности, в феномене роста информации. Закон роста информации в условиях открытости систем выступает аналогом закона роста энтропии в закрытых системах. Если мысленно представить себе, что открытая система (биологическая, социальная и т.д.) может вновь и вновь стартовать из некоторого исходного состояния, то всякий раз развитие будет происходить по новой «траектории». Например, если бы на Земле удалось вновь создать условия эры протерозоя, то через сотни миллионов лет эволюции мы получили бы биосферу с иным видовым составом в отличие от того, который мы имеем сегодня. И неизвестно еще, нашлось ли бы в этом видовом составе место человеку в его нынешнем обликии.

Все вышесказанное дает повод считать, что рост информации и разнообразия (видов, форм и т.д.) еще не дает нам права искать какие-то особые законы развития систем и соответствующие им этапы бытия в виде конкретных типов функциональных отношений, стадий, формаций. Формационная теория К. Маркса, дающая некие законы развития социума, представляет собой весьма неудачную попытку найти жесткие правила социального развития, дающие человеку в руки долгосрочный прогноз конкретных типов общественного бытия. Смена форм общественных отношений, обусловленная ростом производительных сил, как показала историческая практика, не имеет характера непреложного закона развития общества.

Законы общественного развития можно было бы установить, если бы была возможность много раз запускать исторический процесс из некоторой начальной точки (например, с момента становления *Homo Sapiens*) и наблюдать ход истории. Но беда в том, что развитие необратимо и потому всегда уникально. Уникальные же процессы, в принципе, не дают нам возможности выводить законы этих процессов именно потому, что они уникальны. И, скорее всего, неспроста: этих законов просто нет.

Многие мыслители, и, в частности, С.Н. Булгаков, не принимали формационную теорию К. Маркса. По мнению этих мыслителей, идея исторического закона и связанного с ним исторического предсказания будущих форм социального устройства есть плод глубокого недоразумения. С.Н. Булгаков писал: «Маркс считал возможным мерить и предсказывать будущее по прошлому и настоящему, между тем как каждая эпоха приносит новые факты и новые силы исторического развития, — творчество истории не оскудевает. Поэтому всякий прогноз относительно будущего, основанный на

данных настоящего, неизбежно является ошибочным...» [15]. О непредсказуемости исторического процесса говорит известный теоретик-экономист, нобелевский лауреат Ф.А. Хайек. В одной из своих работ он, в частности, пишет, что история «устремлена в неизвестность, и мы почти никогда не можем сказать, что нас ждет впереди» [105].

Можно ли говорить о развитии Вселенной (Универсума)? В этой связи космологи обычно вспоминают концепцию Большого Взрыва, согласно которой эволюция Вселенной обусловлена особенностями процессов распада протовещества, локализованного первоначально в очень малой области пространства. Подтверждением этой концепции (похоже, единственным) является феномен реликтового излучения.

Вместе с тем, весь опыт науки свидетельствует о том, что развитие любой системы (биологической, социальной, космической и т.д.) возможно лишь в виде процесса взаимодействия системы с окружающей средой. Иными словами, поскольку остается важным экологический аспект, могут эволюционировать только открытые системы, энергетически и функционально связанные с объектами окружающей среды. Традиционные теории эволюции, игнорирующие экологические связи, оказываются несовершенными. Например, чтобы существовать в мире микробов, нужно соответствовать своей среде обитания. Именно здесь главную роль играют функциональные отношения, обычно игнорируемые классическими теориями эволюции.

Между тем, если брать Универсум, то поскольку (по определению) он включает в себя все, что может быть объектом изучения, мы не можем говорить об окружающей среде. А значит, не можем говорить о развивающейся (эволюционирующей) Вселенной. Концепция Большого Взрыва, предполагающая локализованное в одной точке протовещество (остальное – пресловутая пустота), представляет собой в значительной степени умозрительную схему. Главная цель этой схемы – объяснить существование реликтового излучения. Хотя, скорее всего, это лишь одно из множества различных объяснений.

Было бы, пожалуй, более справедливо рассматривать нашу Вселенную как феномен структурной упорядоченности, порождаемый физическими взаимодействиями в мире пространственно-временного Хаоса. Таковой представляется модель, предложенная В.Л. Янчиным. Ее общедоступное описание можно найти в работе Ф. Янчиной [121].

Структурную упорядоченность в мире мы вправе рассматривать как наличие определенности (присутствие информации), творимой физическими взаимодействиями, в первую очередь, гравитационными. Особенность информации в том, что ее бытие обеспечивается законом роста информации. Существование посредством роста (своеобразный гомеорез) как раз и обнаруживается в виде эволюционного процесса, в котором мы находим необратимость времени. Кроме того, такой взгляд ведет к описанию эволюции как общемирового (вселенского) процесса, к которому мы и переходим в следующем параграфе.

4.3. Квантовая гипотеза эволюции и нелокальные связи

Прежде всего заметим, что Вселенная едина в том смысле, что все ее объекты (живые и неживые) образованы из элементарных частиц – протонов, нейтронов, электронов и т.д. Различие же между объектами обусловлено структурной организацией этих частиц, способом упорядочения. И все же искусственное конструирование копии живого организма из элементарных частиц в виде сложной машины (сверхмощного компьютера), как справедливо полагает В.Л. Янчилин [119], скорее всего, не будет живым и мыслящим существом. Иными словами, нам никогда не удастся искусственно сотворить амебу, а уж, тем более, человека.

Р. Пенроуз не прав, когда считает, что любые два электрона, предположим, в человеческом мозгу и кирпиче, с необходимостью должны быть одинаковыми [72]. Здесь он оказывается в плену у современных физических представлений о принципе тождества элементарных частиц. Можно согласиться с тем, что в квантовой механике принципиально не существует никакой возможности следить в отдельности за каждой элементарной частицей, например, электроном, и тем самым различать их [52]. Однако это вовсе не означает тождественности частиц безотносительно к их местоположению и состоянию. В. Янчилин обращает внимание на обычно упускаемый момент, заключающийся в том, что «электроны в живом организме отличаются от обычных электронов своим квантовым состоянием» [119, с. 118], которое является невообразимо сложным. Дело в том, что электронов как локально существующих, пространственно выделенных, индивидуальных, в природе не бывает. Факт прохождения электрона сразу через несколько дифракционных щелей свидетельствует о том, что об электроне – индивидуальной частице можно говорить лишь с известной долей условности, отдавая дань нашим классическим представлениям. Реально существует лишь электронное облако («волновой пакет»), делающее электрон пространственно нелокализованным объектом. В зависимости от времени своего существования электронные облака представляют собой довольно сложную картину. Такое облако есть своеобразное воплощение истории электрона, хранящее в себе накопленную в ходе этой истории информацию.

Всякий реально зафиксированный электрон, свидетельствующий (благодаря фиксации) о схлопывании «волнового пакета» - это след катастрофы, уничтожающей накапливаемую информацию. Вероятность схлопывания примерно обратно пропорциональна общему числу волновых пакетов во Вселенной, отвечающих зафиксированному электрону. Поэтому время характеризует тенденцию роста информации, содержащейся в электронном облаке.

Вряд ли разумно считать, что квантово-механическая картина Вселенной, состоящей из элементарных частиц, вполне доступна нашему воображению, воспитанному на идеалах классической науки. Поэтому даль-

нейший ход рассуждений будет в значительной степени опираться на метод аналогии.

Происхождение сложных органических соединений можно сравнить с ростом кристаллов. Любопытная деталь: структурные детали кристалла в точности повторяются по всему объему кристалла. Причем атомная структура кристалла есть проявление тенденции у атомов (ионов раствора) к выбору состояния, характеризующегося минимальной энергией. Правильное присоединение ионов раствора к растущему кристаллу оказывается энергетически более выгодным, чем нарушение возникающей структуры. Вероятность правильного присоединения значительно превышает вероятность ошибки. И тем не менее, размер кристалла будет существенно ограничиваться вследствие ошибочных присоединений. Спрашивается, каким образом природе удастся формировать правильные структуры, содержащие 10^{23} и более атомов, если учесть, что вероятность правильной структуры при таком количестве объединяющихся атомов крайне мала? В рамках классических представлений объяснение фактов существования крупных кристаллов дать невозможно. Ситуация меняется, если вспомнить, что ионы в растворах являются квантовыми объектами и не имеют строгой траектории поведения. Каждый ион представляет собой «волновой пакет», так что взаимодействие ионов носит характер интерференции волн. При такого рода интерференции вероятность «правильного» поведения ионов возрастает в тысячи раз.

Таким образом, в растворах образуется система «волновых пакетов», дающая интерференцию с соответствующими максимумами и минимумами волновой функции. В результате происходит «материализация» интерференционной картины, воспринимаемая как кристалл. Можно сказать, что интерференционная картина – это феномен единого квантового состояния, в котором находятся ионы раствора, формирующие кристаллическую структуру. Рост кристалла можно представить себе как лавинообразную редукцию «волновых пакетов», в результате которой атомы оказываются в узлах интерференционной картины.

Важно отметить, что хотя вероятность ошибок размещения атомов в кристалле не так уж мала, и часть атомов может быть расположена неправильно, эти атомы практически не будут мешать остальным атомам занимать правильное положение в кристалле. Такое возможно именно потому, что ионы в растворе образуют единое квантовое состояние. Интерференционная картина с максимумами и минимумами волновой функции является своеобразной матрицей – единым квантовым состоянием, которое представляет собой надежное средство борьбы с накоплением ошибок. Подобным образом собираются в одномерные кристаллы (фибриллы) пептиды, а также белки, т.е. такие пептиды, цепь которых включает более 50 аминокислотных остатков. Рост кристалла, по сути дела, является квантовым процессом. И если бы не волновая природа микрообъектов, то образование единых квантовых состояний и соответствующих интерференци-

онных картин было бы невозможно. Тот же кристалл натриевой соли из неорганического вещества в виде гигантской «макроскопической молекулы»-кристалла не смог бы возникнуть.

Аналогичные процессы происходят с органическим веществом при взаимодействии в воде ионов углерода, кислорода, водорода, азота, фосфора и т.д. Особенность единого квантового состояния в том, что взаимодействие элементов определенным образом зависит от среды в целом благодаря так называемым нелокальным (дальнодействующим) связям. В силу нелокальных связей изменение, произошедшее в одной части системы, мгновенно вызывает изменения в другой ее части. Система, состоящая из множества частиц (элементов), описывается общей волновой Ψ -функцией.

Волновой пакет (виртуальное облако) характеризует взаимосвязь элементов системы, движущейся как единое целое в силу нелокальных связей. И если подходить строго, то Вселенная не является разделенной на части в некоем пустом пространстве, а представляет собой единое целое благодаря феномену нелокальной связи и «вездесущности» любого элементарного объекта при дискретных его движениях (мгновенных перемещениях внутри виртуального облака).

Сложное квантовое состояние первичного Мирового океана, очевидно, способствовало росту крупных органических молекул из растворенных в воде элементов. Важный момент заключается в том, что более сложные органические молекулы (органические кристаллы), взаимодействуя между собой, образуют еще более сложное единое квантовое состояние в Мировом океане. В конечном счете, первичный Океан становится сложнейшей органической системой, находящейся в едином квантовом состоянии. Каждая элементарная частица в этой системе не имеет пространственной локализации, принадлежит всей органической системе. Существование единого квантового состояния делает движение элементарных частиц внутри органической системы чрезвычайно сложным. Хотя органическая система еще не является живым организмом, она уже способна к саморазвитию. И если в какой-то части системы происходят изменения, то они определяются не только локальными отношениями, но и всей системой в целом. В этом обстоятельстве обнаруживает себя экологическая природа процессов самоорганизации. Связь части и целого здесь во многом напоминает нелокальную по своей природе связь отдельных тел и Вселенной в целом при действии принципа Маха, объясняющего массу тел.

Движение в отдельных частях органической системы является «фрактальным» в том смысле, что некоторым образом повторяет (копирует) движение всей системы. Подобное явление мы наблюдаем в процессе роста кристаллов. Можно сказать, что отдельные образования внутри органической системы Мирового океана получают мощный импульс к усложнению и совершенствованию. Система стимулирует разрушение простых органических соединений, дающих материал для роста крупных органических кристаллов. Аналогично крупный кристалл соли разрушает свои

воздействием более мелкие кристаллы, используя их элементы для своего роста. Собственно говоря, органическая система как бы «поедает» простые органические соединения из окружающей среды и за счет этого растет и трансформируется.

В действительности, в органической системе в различных ее частях имеют место редукция квантовых состояний, благодаря которой эти части выпадают из квантового единства с остальной системой. Эти части «отмирают», а образовавшиеся при этом продукты распада могут быть использованы в более широких интересах, а именно, в интересах системы как целого.

В процессе своего развития органическая система Мирового океана постепенно усложнялась, и любая входящая в нее сложная молекула или структура совершенствовалась в ходе развития всей системы (окружающей среды). Если бы не было такого совершенствования, то внутренние структурные элементы не смогли бы выжить в усложняющейся окружающей среде. Единое квантовое состояние, в котором находятся все элементы системы, означает соответствие между частями и целым, элементами и всей окружающей средой – органической системой. В этом смысле можно говорить о фрактальном строении системы. Система, благодаря своему единому квантовому состоянию, воздействовала на свои элементы, постепенно усложняя их внутреннее строение. В конечном счете, развитие этих элементов привело к образованию клеток, нелокальное взаимодействие между которыми в свою очередь порождало усложнение квантового состояния всей органической системы.

Квантовое состояние системы, несомненно, значительно сложнее квантового состояния каждой клетки. Благодаря нелокальным связям внутри системы поведение и развитие клетки определяется не только ее соседними клетками, но и сложным квантовым состоянием всей системы. Воздействуя на клетки, система способствует их развитию, и в результате развивается сама. Можно сказать, что существование единого квантового состояния обуславливает положительную обратную связь между объектом и окружающей средой, приводящую к их взаимному совершенствованию. Благодаря этому обстоятельству единственным и необходимым условием для эволюции органической системы Мирового океана было единое квантовое состояние всех ее элементов – клеток. Отпадение от этого состояния означало смерть клетки.

В целом развитие всей органической системы Мирового океана выглядело так. С одной стороны, система как единое квантовое целое, способствовала росту и организации сложных органических молекул внутри своих клеток. С другой стороны, будучи в некотором роде единым многоклеточным образованием, система способствовала объединению своих клеток, и таким образом формировала многоклеточные образования внутри себя. Итог таков: система эволюционировала до сложного органического образования, состоящего из сложных многоклеточных и одноклеточных структур, взаимодействующих между собой.

Как пишет В. Янчилин, благодаря постоянному развитию квантовое состояние всей органической системы Океана ни разу не испытало полного коллапса за свою длинную (в сотни миллионов лет) историю. Таким образом, квантовое состояние системы хранит всю информацию обо всех процессах, происходящих внутри нее и в прошлом, и в настоящем [119]. Поскольку развитие органических молекул несет на себе след единого квантового состояния всей системы, то это не могло не привести к тому, что огромная информация об эволюции системы привела к появлению ДНК и РНК, хранящих всю эту информацию в специфическом (закодированном) виде.

Имеет смысл подчеркнуть еще раз, что единое квантовое состояние всей системы означает, что любая элементарная частица не обладает пространственной локализацией, как в классической механике, а присутствует во всей системе. Это и позволяет считать, что вся система пронизана нелокальными взаимодействиями (связями), образуя целостность – единое образование. Заметим, кстати, что любой электрон в проводнике одновременно присутствует во всем объеме проводника, а не привязан к определенной точке.

Хотя органическая система Океана выделила внутри себя многоклеточные и одноклеточные образования, а в процессе дальнейшего развития захватила территорию земной суши, она продолжала находиться в едином квантовом состоянии. Каждое образование в какой-то мере несло на себе печать единого состояния, и это отражение давало повод говорить об организме, как о живом. Иными словами, все организмы объединены друг с другом на квантовом уровне и составляют единое целое – систему, и постольку обнаруживают свойство живого, в том числе разумное (целесообразное) поведение. Каждая элементарная частица внутри живого организма обладает движением, которое зависит от состояния всей Биосферы как единого целого. Зависимость эта определяется нелокальными связями. Если бы мы пожелали искусственно скомпоновать копию какого-либо живого организма, то очень быстро убедились бы, что получившаяся механическая копия не является живым механизмом. У этой копии нет единого состояния со всей Биосферой, которое формируется сотни миллионов лет. Элементарные частицы копии не принадлежат всей Биосфере. И потому происходящие в Биосфере, т.е. в других организмах, процессы непосредственно не влияют на состояние данной копии, которая по этой причине останется мертвым основанием.

Если подходить с точки зрения естественного отбора, то приходится признать, что в ходе мутаций отдельные особи изменяются случайным образом. И если окружающие условия меняются, то выживают только наиболее приспособленные к новым условиям. Таким образом, эволюция биологического вида есть продукт случайных мутаций в генах и изменений в окружающей среде.

Однако следует иметь в виду, что эволюция жизни заключается не только и не столько в приспособлении, сколько в самоорганизации и ус-

ложнении видов. Каким образом в природе совершаются «эволюционные скачки», дающие новые виды? Новый вид не может быть результатом приспособления, поскольку этого вида прежде не было. Природа предпочитает изменяться быстро и неожиданно путем катаклизмов. Никакой вид не успеет должным образом эволюционировать за короткое время. Почти всегда выгоднее исчезнуть. А если уж нужно приспособливаться, то изменение строения своего организма – далеко не лучший путь. Гораздо проще изменить свое поведение. И если это будет сделано «правильно», то успех гарантирован. Блочные мутации Д. Чернавского хороши, но они игнорируют положительные обратные связи со средой, возникающие при наличии целостного квантового состояния.

Квантовая гипотеза происхождения жизни вносит в теорию эволюции новую струю. Квантовые состояния Биосферы хранят информацию обо всей истории ее эволюции, в том числе – о происходивших ранее катаклизмах. Благодаря этой информации поведение Биосферы как целого отличается «правильностью», делается более целесообразным и, если угодно, «разумным». Инстинкты поведения живых организмов следует рассматривать как результат действия на них всей Биосферы в целом. Адекватность сложившейся ситуации инстинктивному действию организмов – это противодействие Биосферы как целого возникающим стихийным бедствиям. Утрата инстинктов гарантирует гибель организма. Каждый новый катаклизм вызывает усложнение квантового состояния Биосферы в целом, стимулирующее строение живых организмов. Ведь каждое живое существо является «фрактальным образованием» (своеобразной маленькой копией) всей Биосферы. Эволюция отдельных видов и возникновение этих видов является продуктом развития и усложнения всей Биосферы, так что эволюция последней выступает главной движущей силой развития форм жизни на Земле.

Взаимодействие Биосферы с остальной окружающей средой усложняло квантовое состояние Биосферы, сохраняясь в виде увеличивающейся информации об истории эволюции. Именно эта информация позволяла Биосфере адекватно реагировать на изменения в окружающей среде. В результате поведение Биосферы в целом становилось все более целесообразным. Оно было похоже на поведение разумного существа. В. Янчин приводит аналогию: хотя одиночного муравья нельзя признать разумным существом, но совокупная деятельность муравьев весьма напоминает поведение такого существа [119].

Усложнение квантового состояния живых организмов стимулировало совершенствование их внутреннего строения, включая нервную систему. Так сформировался мозг, отражающий все более сложные процессы в Биосфере и остальной окружающей среде. Именно эти процессы вынуждали организмы ко все более «правильному» поведению, стимулируя поведение разумных видов.

Положительная обратная связь между живыми существами и Биосферой (системой живой материи), а также с остальной Вселенной, является

тем фактором, который ведет к усилению функций разума и их преобладанием над инстинктивным поведением. По всей вероятности, именно так появился на Земле человек. Инстинктивное поведение характеризует связь с Биосферой, которая тянется из далекого прошлого, начиная с момента зарождения жизни в первичном Океане. Разумное поведение есть «молодое» поведение, информационно отражающее сложное квантовое состояние Биосферы (и даже всей Вселенной), возникающее на более высокой ступени ее развития.

Если мы вправе считать, что все живые существа составляют единое целое на квантовом уровне, то протекающие в каждом организме процессы определяются сложным квантовым состоянием Биосферы, и даже всей Вселенной. До сих пор мы знали, что живые существа объединены общей для всех средой обитания. Наличие единого квантового состояния усугубляет дело: теперь становится очевидным тот факт, что живые существа взаимодействуют друг с другом благодаря нелокальным связям и накоплению эволюционной информации. С квантово-механической точки зрения разумная деятельность человека возможна исключительно благодаря тому, что в его мозгу некоторым образом отражены процессы, протекающие в мире живой материи и Вселенной в целом. Иными словами, человеческий интеллект всеми его удивительными достижениями обязан сверхсложному квантовому состоянию всей системы жизни на Земле.

Смысл единого квантового состояния в том, что элементарные частицы Биосферы участвуют в дискретном движении, присутствуя во всех живых организмах в виде виртуальных облаков. Электрон, который не испытал коллапса за всю историю развития земной экосистемы, существует в виде огромного виртуального облака, практически заполняющего весь объем Биосферы. Разделение первоначальной органической массы на организменные структуры приводило соответственно к разделению электронного облака на отдельные части с уменьшением плотности вероятности нахождения электрона в межорганизменном пространстве. В сущности, в процессе эволюции происходит расщепление первоначального электронного облака на триллионы волновых пакетов, разбросанных по живым организмам. Подчеркнем: все эти триллионы волновых пакетов обязаны своим существованием дискретному движению одного единственного электрона. Редукция («схлопывание») какого-нибудь одного пакета в отдельном организме, например, в процессе его старения, не означает потери накопленной в том или ином виде информации. Информация сохранится, будучи продублированной в оставшихся волновых пакетах данного электрона.

Общее число элементарных частиц, дискретно движущихся в едином квантовом состоянии, астрономически велико. Многие из этих частиц, имея дискретное движение, влияют на отдельное живое существо, так что общее количество частиц, находящихся в едином квантовом состоянии, одновременно принадлежат данному живому организму. Проще говоря, каждый живой организм представляет собой «микробиосферу». Поэтому

совокупное влияние Биосферы на поведение отдельного организма очень велико. Именно в этом совокупном влиянии заключен секрет одушевленного поведения. Отражая в себе всю Биосферу, отдельный организм как бы обретает «душу», т.е. нелокальное облако, состоящее из невообразимо большого числа волновых пакетов, принадлежащих этому организму. Собственно говоря, это облако управляет движением организма, делая организм целостным образованием. В сложном квантовом состоянии данное облако хранит многократно продублированную информацию обо всей истории эволюции живой материи. Если учесть, что «душа» - сложное квантовое состояние, то попытка ее обнаружения «методом разборки» организма, очевидно, бесперспективна. «Душа» не может быть уподоблена материальной субстанции.

Разумеется, сугубо физический взгляд на феномен жизни кажется весьма ограниченным. Однако особенности квантово-механических представлений существенно расширят его возможности, хотя поведение микрочастиц можно было бы назвать абсурдным. Оно явным образом свидетельствует о нелокальных связях и дискретном движении. Наличие нелокальных связей дает о себе знать в дифракционных явлениях, и было бы странно, если бы для феномена жизни такое свойство элементарных частиц не имело никакого значения. Тот факт, что все живые существа нелокально связаны на квантовом уровне, достаточно очевиден, а, самое главное, логически непротиворечив и приоткрывает тайну жизни.

В. Янчилин предполагает, что если бы не существовало единого квантового состояния, требующее согласованности и гармонии живых организмов с остальной Биосферой, то восстановление только внутренних сил, устранение синдрома перегрузки (усталость) могло бы осуществляться лишь в результате обычного отдыха организма без обращения к состоянию сна [119]. Коллапс волновых функций элементарных частиц и локализация последних исключительно в живых организмах, т.е. утрата нелокальных связей с остальной Биосферой, ведет к старению и смерти организмов.

Квантовую гипотезу возникновения мира живых организмов можно было бы подтвердить, убедившись в существовании нелокальной связи между животными. Например, если бы обитателей какой-либо экосистемы удалось наблюдать после того, как они будут удалены из данной экосистемы, то можно думать, что поведение этих обитателей будет изменяться в зависимости от поведения оставшихся в экосистеме животных, особенно если эти животные оказываются в экстремальной ситуации. Это могло бы служить экспериментальной проверкой квантовой гипотезы биоэволюции.

Нарушение человеком его связей с Биосферой в результате неправильного поведения ведет к появлению различных заболеваний. В прежней (классической) трактовке систем «организм-среда» появление болезней можно было бы объяснить нарушением экологических связей живого организма с окружающей средой. Возможно, что так называемая электромагнитная «аура» людей представляет собой «следы» гармонизации квантового

состояния человека с остальной Биосферой. Оценка правильности «ауры» могла бы в этом случае служить в интересах диагностики заболевания.

Квантовая физика потенциально дает человеку новый взгляд на жизнь, который, однако же, еще не стал достоянием в традиционной среде физиков. Например, мы слишком привыкли к классической интерпретации понятия тождества и часто не замечаем того, что электрон, который уже прошел через дифракционную решетку, физически отличается от прежнего электрона, несмотря на принцип тождества Паули. Между тем, виртуальные электроны в волновом пакете остаются полностью идентичными. Масса и заряд у любых электронов одинаковые, а вот квантовые состояния («душа») – разные. Причем информация может храниться не только в структуре молекул и вещества, но и в сложном квантовом состоянии элементарных частиц, из которых состоят объекты, в частности, живые существа. Можно себе представить, сколь сложным будет квантовое состояние живого существа, состоящего из триллионов элементарных частиц.

Совокупность всех живых организмов образует своего рода гигантский интерферометр, в котором элементарные частицы расщепляются на волновые пакеты, присутствуя одновременно во множестве живых существ и даже Вселенной в целом. Биосфера, вдыхая жизнь в биологические существа, сама образует квантовое единство с миром Вселенной (или какой-то его частью), благодаря которому неорганическая составляющая экосистем (экотоп) становится источником «живых атомов», проникающих в ткань живых организмов.

Так или иначе, идеи квантовой физики способны оказать неоценимую услугу биологии при осмыслении происхождения жизни и ее эволюции. Пока что биологи освоили возможности органической химии и биофизики в ее прежде всего классическом представлении. Высказанные выше идеи, уже появившиеся в научной литературе, способны изменить существующий взгляд на живые организмы и их эволюцию. Это вполне достойная задача ближайшего будущего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный в книге аналитический обзор сложившейся ситуации вокруг проблем экологии и информации показывает целесообразность введения в современную науку экологического подхода с учетом закона роста информации для открытых систем. Объект, включенный в систему отношений с окружающей средой, может и должен обрести свойства, характеризующие его единство со средой. В противном случае само существование объекта будет оставаться под большим вопросом. Сакраментальное «Быть или не быть?» – проблема в значительной степени экологическая. С другой стороны, всякое существование предполагает определенность, а, следовательно, упорядочение. Последнее характеризует как сам объект в виде структурной информации (или так называемой нэгэнтропии), так и систему отношений объекта со средой в виде функциональной информации (или просто информации), определенным образом тягущей в себе динамические черты объекта и проявляющейся в эволюционных процессах.

В силу принципа Маха любое тело, обладающее массой, существует благодаря взаимодействию (единству) с остальными телами Вселенной, которая выполняет функции окружающей среды. Причем обладание массой является следствием упомянутого взаимодействия. Иными словами, всякое тело, как часть некоего целого, существует благодаря этому целому, которое мы именуем Вселенной. Согласно теории тяготения, построенной на принципе Маха, Вселенная обречена быть погруженной в Хаос и выделена из этого Хаоса благодаря гравитационным взаимодействиям. Вселенная существует как определенность, и постольку может трактоваться также как «овеществленная информация». Бытие Вселенной есть онтологическое и логическое свидетельство бытия информации. Именно окружающий Вселенную Хаос дает право так говорить. Уже отсюда видно, что между понятиями гравитации и информации есть некая таинственная связь, подобная отношению между телом и «душой», материальным и идеальным.

Развитие подчиняется закону роста информации и приводит к появлению живых организмов. Поэтому жизнь возникает не просто как итог случайного и удачного сочетания геофизических обстоятельств, а как закономерный продукт развития Вселенной. Живой организм приходится рассматривать в структуре Вселенной как целого и полагать существующим

благодаря этому целому. Возможно, экологическая теория гравитации В. Янчилина (см. главу 3) во многом справедлива и составляющие наше тело элементарные частицы принадлежат одновременно экологическому Универсуму, объединяя нас с этим Универсумом в единое квантовое состояние. Иными словами, жизнь во всех ее удивительных формах поддерживается Вселенной за счет нелокальных взаимодействий, имеющих квантовомеханическую природу. Особенность таких взаимодействий в том, что они подчиняются принципу дальнего действия. Принцип этот исключает право говорить о скорости действия.

Заметим в этой связи, что гравитационное взаимодействие можно трактовать как нелокальное, полностью удовлетворяющее принципу дальнего действия. Это наводит на мысль, что природа гравитационного взаимодействия носит квантовомеханический характер. Жизнь, как и материальные тела Вселенной, обусловлена нелокальными взаимодействиями с остальными телами Вселенной благодаря существованию единого квантового состояния. С этой точки зрения, эволюция жизни во Вселенной, как и проявление инертной массы, связано с действием принципа Маха.

Что касается электромагнетизма, то мы давно знаем, что противоположные электрические заряды притягиваются, а одноименные отталкиваются. Об этом говорит закон Кулона, лежащий в основе электрических явлений. В науке и философии мы сплошь и рядом сталкиваемся с единством противоположностей. И сам факт этого единства свидетельствует о «притяжении» противоположностей. Судя по всему, в природе действует некое общее правило: самопроизвольное (спонтанное) объединение вещей, внутреннее их «тяготение» друг к другу в качестве своего необходимого условия предполагает противоположность вещей по тем или иным их свойствам, т.е. качественное различие вещей.

И если это так, то объединение одинаковых (однородных) вещей, вообще говоря, никогда не бывает самопроизвольным, спонтанным, обусловленным их внутренним «тяготением». Именно в этом случае требуется определенное «давление» внешних обстоятельств – окружающей среды. В подобных случаях особую роль играют экологические (функциональные) отношения и процессы иерархической организации системы «сверху вниз», когда вмещающее диктует вмещаемому возможности осуществления. Как справедливо считает Г.А. Заварзин, «при обсуждении биосферных проблем такой подход оказывается вполне конструктивным» [32]. Он позволяет объяснить наблюдаемую целесообразность без привлечения внешних по отношению к системе факторов случайности.

Можно думать, что дело не только и не столько в естественном отборе, сколько в подборе системой, выполняющей функции окружающей среды, необходимого для ее существования элемента [33]. Не следует ограничивать себя мыслью о том, что биологический объект таков, каким его сделала эволюция. Чтобы существовать, нужно прежде всего соответствовать своей среде обитания. Именно таков мир прокариотов.

Качественное различие между вещами является принципиально важным в процессах самоорганизации, формировании систем под влиянием факторов внутренней детерминации (взаимного притяжения). Речь, в сущности, идет о кооперации. Например, в обществе подобным образом возникают взаимосвязи между различными отраслями производства, когда в одних отраслях производится сырье, полуфабрикаты или комплектующие, используемые в других отраслях. Про такие отрасли говорят, что они функционально нуждаются друг в друге. В биосфере в роли действующего начала выступает кооперативное микробное сообщество, взаимосвязи в котором определяются прежде всего функциональными (в частности, трофическими) взаимоотношениями. Само понятие функции и функциональных связей предполагает качественное различие вещей, их противоположность в том или ином отношении, что и является источником взаимного притяжения (как в случае противоположных зарядов).

Уместно будет напомнить, что одинаковые виды производства, напротив, конкурируют между собой. Между ними возникают «силы отталкивания». Однако под давлением внешних обстоятельств возможно объединение одинаковых видов производства, целесообразность которого диктуется эффектом монополизации. Эффект этот важен для борьбы с оставшимися конкурентами, для установления так называемых монопольных цен. Качественная однородность частей системы в данном случае, и во многих других подобных случаях, диктуется требованиями окружающей среды, т.е. имеет под собой экологическую подоплеку. Под влиянием внешних обстоятельств формируются разного рода гомогенные структуры – армии, а также многоклеточные живые организмы. В социальных системах подобным образом формируются крестьянские общины, различного рода союзы по интересам, политические партии. Возможность совместно противостоять внешним обстоятельствам подталкивает людей к дружбе, тогда как любовь обуславливается, как правило, взаимным притяжением, единством противоположностей. Вместе с тем, нельзя не отметить, что притяжение полов является источником воспроизводства себе подобных, роста популяций и видов эукариотов, диктуемого эволюционной и экологической целесообразностью. Как видим, редупликация в живой природе (производство своих копий) имеет как эволюционный, так и экологический смысл. Появляется возможность объединения (клеток, организмов) в сообщество себе подобных ради выживания в условиях неблагоприятной окружающей среды.

Качественное различие между видами вопреки распространенному мнению может служить фактором их внутреннего тяготения друг к другу, приводит к возникновению межвидовых функциональных связей. И именно это является главным. Что касается межвидовых конкурентных отношений, то они возможны в силу сходства видов в том или ином отношении, что ведет к частичному совпадению, например, их экологических ниш. Подчеркнем еще раз: причиной конкуренции является не различие, а именно сходство видов. Разнообразие видов порождает их сообщество,

поддерживаемое функциональными связями, что проявляется в форме биотического круговорота. На разнообразии видов держится сама биосфера.

Качественное различие обуславливает взаимное притяжение вещей также в неживой природе (в мире физических объектов). Положительно заряженное ядро, удерживающее около себя отрицательно заряженную оболочку, порождает систему, именуемую атомом. Само ядро в общем случае тоже представляет собой систему качественно различных частиц — протонов и нейтронов, которые притягиваются друг к другу, обладая противоположными свойствами (например, значениями изотопического спина). Гравитация, возможно, единственное в физике явление, когда одноименное не отталкивается, а притягивается. Как уже говорилось, такое может происходить лишь под воздействием внешнего принуждения. А это значит, что эффект гравитационного притяжения обусловлен факторами окружающей среды, точнее квантово-механической природой элементарных частиц, в совокупности составляющих массу Вселенной, погруженной в океан мирового Хаоса. С учетом вышеупомянутого можно также сказать, что явление гравитации свидетельствует об отсутствии в природе пустоты.

Хотя приведенные соображения имеют весьма абстрактное содержание, они существенны при осмыслении эволюционных явлений, в частности, при возникновении многоклеточных организмов под влиянием экосистемных факторов. Наступила пора признать, что так называемая синтетическая теория эволюции, базирующаяся на случайных (и потому исключительно локальных) мутациях в ходе естественного отбора полностью утратила свою эмпирическую базу. Синергетические исследования процессов генерации информации в смысле Г. Кастлера вряд ли спасут положение и помогут объяснить появление живых организмов. В.И. Назаров прав [62]: вместо синтетической теории эволюции объективные обстоятельства подталкивают нас к экосистемной теории эволюции, учитывающей эволюционно значимые изменения уже в космических системах. Такого рода подход к эволюции создавался, начиная с 1969 г. в разных публикациях палеонтолога В.А. Красиловой [50, 51]. И все это встречает согласованное противодействие дарвинистов. Не потому ли в среде современных биологов существует стойкая тенденция не только прочно связывать с эволюцией смысл биологических явлений, но и увидеть в рамках эволюционной парадигмы рациональное объяснение механизма биологического взаимодействия? Эволюционный взгляд на мир живых организмов позволяет включить в рассмотрение параметр времени, измеряемого чередой поколений [21]. Беда лишь в том, что эволюционная парадигма в ее классическом смысле, в сущности, исключает экологический (пространственный) параметр жизни, наиболее зримо представленный в мире прокариотов, максимально близкого к обычному физическому миру с его принципом Маха.

В настоящее время серьезные надежды возлагаются на синергетику, становящейся своеобразным объектом научной моды. При этом не берется

в расчет квантовая физика с ее специфической трактовкой временных «разрывов» происходящих процессов и всеохватным единством локального и глобального аспектов при изучении различных объектов. Если в синергетике движущаяся по определенной траектории система оказывается в неустойчивом состоянии, то новая траектория системы есть результат случайного выбора. Неустойчивое состояние – точка бифуркации – это особый момент, когда динамический, строго детерминированный процесс прерывается вмешательством внешнего фактора и происходит случайный сбой траектории движения.

В квантовой механике аналогом точки бифуркации служит место встречи волнового пакета с препятствием, в котором происходит «схлопывание» пакета. Если бы мы пожелали проследить за дальнейшей судьбой квантового объекта, то пришлось бы писать новое уравнение Шредингера. Здесь сама встреча с препятствием («точка бифуркации») есть дело случая. Последующее движение волнового пакета (в сущности, нового пакета) определено «точкой бифуркации» и в этом смысле оказывается «запомненным», подобно тому, как в синергетике новая траектория несет в себе память о случайном выборе. При ином выборе была бы иная траектория.

Хотя уравнение Шредингера является по своей природе динамическим и распространение волнового пакета однозначно определено начальным состоянием (как в классической механике), то в квантовой физике нет понятия неустойчивых состояний, как в нелинейной динамике. И все же после «схлопывания» волнового пакета дальнейшее поведение квантового объекта определяет случай, как в синергетике.

Коренное различие синергетического и квантово-механического подходов заключается в другом. Если в синергетике окружающая среда проявляет себя лишь тогда, когда система приходит в неустойчивое состояние (среда – источник случайных воздействий), то в квантовой механике объект постоянно пребывает в единстве с окружающей средой, образуя с последней некую целостность. Квантово-механический объект принадлежит этому целому, что и определяет все его свойства. Объекты синергетики существуют автономно: их свойства от остального мира никак не зависят.

Развитие отличается от обычного механического движения именно тем, что оно подчинено закону роста информации. К сожалению, в синергетике динамические системы, несмотря на их нелинейный характер, слишком уж напоминают собой сложные механические системы, ибо с окружающей средой они связаны лишь в состояниях неустойчивости, да и то как с источником случайных возмущений, не более того. Синергетику по этой причине можно рассматривать прежде всего как теоретическую основу робототехники. Она вряд ли может рассматриваться как наука о самоорганизации, поскольку самоорганизация в условиях среды, понимаемой исключительно как источник случайных возмущений, фактически превращается в лишенное смысла самоусложнение.

Динамические системы в синергетике вряд ли можно трактовать как развивающиеся. Это всего лишь механические копии живых систем, слож-

ность которых позволяет моделировать отдельные функции и элементы поведения биологических объектов и их популяций. Предпринимаемые в настоящее время попытки перейти на уровень эволюционного моделирования тоже пока не принесли заметных успехов [78]. Основная причина трудностей – недостаточно глубокое понимание природы информации и механизмов ее накопления в процессе функционирования биоты.

Существует давно распространенное представление о том, что развитие в природе происходит по объединительной схеме: элементы объединяются в системы, которые в свою очередь являются строительными кирпичиками для более сложных систем. Такова, в частности, теория метасистемных переходов В.Ф. Турчина [92], да, пожалуй, и вся эволюционная кибернетика в ее современном виде, если судить по упомянутой работе В.Г. Редько [78]. Суть применяемого подхода можно выразить кратко следующей формулой: части цементируют целое. Между тем, в реальной действительности имеет место и обратная формула: целое подбирает и цементирует части. В этом двуединстве суть экологического принципа и основа процессов развития.

В единстве элементов и целого, связанных друг с другом положительной обратной связью, осуществляется эволюция в мире живых систем. При этом закон роста информации выступает в роли главного регулятора этого процесса. Трудность выведения живого из неживого, социального из биологического связана именно с тем обстоятельством, что в исследовательском процессе мы, как правило, игнорируем роль отношений между объектами и средой как организованным целым. А между тем, сложные объекты только так и возникают. Они возникают как продукт указанных отношений. Случайный синтез любого объекта из элементов хаотической среды, например, белка из химического раствора аминокислот, как показывают расчеты, имеет исчезающе малую вероятность порядка 10^{-40} – 10^{-400} . И это естественно, поскольку здесь, как легко видеть, мы применяем традиционную методологию: игнорируем, а чаще всего не замечаем фундаментальной роли организованной среды, заменяя последнюю средой-хаосом, а эффект целостности системы сводим к взаимосвязи частей внутри целого вместо того, чтобы рассматривать взаимосвязи между частью и системным целым.

Конечно, возникает вопрос огромной значимости: где же заключены истоки первичной организованности? Если мир живого возник из мертвой природы, то, стало быть, и эта природа должна обладать свойством организованной среды. Ответ на этот вопрос может дать квантовая физика с ее многочисленными парадоксами, а также экологическая парадигма, выраженная в принципе Маха. Квантовая теория со своими соотношениями неопределенности, принципом нелокальности категорически исключает так называемые «скрытые параметры», которые самыми различными способами, подчас весьма рафинированными, многократно внедрялись в микрофизику рядом авторов, и, в частности, М. Грызловским [181]. Вместе с

тем, следует иметь ввиду, что никакая теория классического типа, исповедующая структурно-аналитический подход, не способна объяснить явление интерференции при прохождении одиночного электрона через две щели одновременно, как впрочем и вхождение постоянной Планка в соотношения неопределенности В. Гейзенберга. Квантовая физика фактически построена в рамках экологической парадигмы, и в этом главное.

В работе показано, что современная физика вполне готова к тому, чтобы рассматривать Вселенную в роли организованной среды для всякого тела. Сама же Вселенная представляет собой упорядоченное целое, противопоставленное окружающему Хаосу, к которому неприменимы понятия пространства и времени. Именно это обстоятельство дает нам право связать, характеризовать формируемую и усиливающуюся в различных частях Вселенной упорядоченность с законом роста информации. Если бы не было Хаоса, то само понятие информации лишилось бы онтологических оснований. Так что в мире без Хаоса не могло бы возникнуть и мышление. Экология и информация столь же нуждаются друг в друге как пространство и время.

Данный аналитический обзор современного состояния науки имел целью выявить это единство. О том, насколько успешно удалось сделать это, предоставляется судить читателям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акчурин, И. А. Теория элементарных частиц и теория информации // Философские проблемы физики элементарных частиц. – М., 1963. – С. 351.
2. Альтшулер, Б. Л. Принцип Маха и современные представления о структуре вакуума // Ежегодник: Исследования по истории физики и механики (1993–1994). – М., 1997. – С. 60.
3. Анохин, П. К. Узловые вопросы теории функциональных систем. – М., 1980. – 198 с.
4. Баландин, Р. К. Природа, личность, культура // Экологическая альтернатива. – М., 1990. – С. 41.
5. Белинцев, Б. Н. Физические основы биологического формообразования. – М., 1991. – 256 с.
6. Белоусов, Л. В. Приложение синергетики к онтогенезу (о параметрическом управлении развитием) / Л. В. Белоусов, Д. С. Чернавский, Г. И. Соляник // Онтогенез. – 1985. – Т. 16, № 3. – С. 213–228.
7. Белоцерковский, О. М. Экономическая синергетика: вопросы устойчивости / О. М. Белоцерковский, Г. П. Быстрой, В. Р. Цибульский. – Новосибирск, 2006. – 116 с.
8. Богатырева, О. А. Синергетика социальности / О. А. Богатырева, А. Е. Шиллеров. – Новосибирск, 1998. – С. 97–140.
9. Бокль, Г. Т. История цивилизации в Англии : в 2-х т. – СПб., 1906.
10. Бонгард, М. М. Проблемы узнавания. – М., 1967. – 320 с.
11. Бранский, В. П. Теоретические основания социальной синергетики // Вopr. философии. – 2000. – № 4. – С. 112–127.
12. Бриллюэн, Л. Наука и теория информации. – М., 1960. – 392 с.
13. Бриллюэн, Л. Научная неопределенность и информация. – М., 1966. – С. 34.
14. Будянов, В. П. Энергетика как база возрождения России // Марков, Ю. Г. Природопользование в интересах устойчивого развития. – Новосибирск, 2006. – С. 198.
15. Булгаков, С. Н. Капитализм и земледелие. В 2 т. Т. 2. – М., 1900. – С. 457–458.
16. Вернадский, В. И. Биосфера. – Л., 1926. – С. 102.
17. Вильсон, А. Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем. – М., 1978. – 248 с.
18. Винер, Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М., 1968. – 328 с.
19. Воронцов, Н. Н. Эволюция. Видообразование. Система органического мира : избр. труды. – М., 2004. – 365 с.
20. Галимов, Э. М. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. – М., 2001. – С. 14.

21. Гиляров, А. М. Ариаднина нить эволюционизма // Вестн. РАН. – 2007. – № 6. – С. 515.
22. Гирусов, Э. В. Основы социальной экологии. – М., 1998. – С. 47.
23. Голицын, Г. А. Информация и биологические принципы оптимальности. Гармония и алгебра живого / Г. А. Голицын, В. М. Петров. – М., 2005. – 128 с.
24. Горшков, В. Г. Принцип Ле Шателье в приложении к биосфере / В. Г. Горшков, К. Я. Кондратьев // Экология. – 1990. – № 1. – С. 7–16.
25. Горшков, В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. – М., 1995. – 470 с.
26. Грызинский, М. Об атоме точно. Семь лекций по атомной физике : тр. V Сиб. междисциплинар. конф. «Математические проблемы физики пространства-времени сложных систем» (ФПВ-2004, 14-20 июля, 2004 г., Новосибирск). – Новосибирск, 2004. – 93 с. – Серия «Библиотека конференции», вып. 1.
27. Дикке, Р. Многоликий Мах // Гравитация и относительность. – М., 1965. – С. 221–250.
28. Дмитриев, А. Н. Необычные явления в природе и неоднородный физический вакуум / А. Н. Дмитриев, В. Л. Дятлов, А. Ю. Гвоздарев. – Бийск, 2005. – 550 с.
29. Дудышев, В. Д. Новые методы извлечения и преобразования скрытой потенциальной энергии электрического поля в кинетическую энергию и электро-энергию // Новая энергетика. – 2003. – № 4. – С. 20–30.
30. Емельянов-Ярославский, Л. Б. О логической структуре некоторого самоорганизующегося автомата // Проблемы адаптивного управления. – Ростов-н/Д, 1974. – С. 120–156.
31. Заварзин, Г. А. Составляет ли эволюция смысл биологии? // Вестн. РАН. – 2006. – Т. 76, № 6. – С. 522–534.
32. Заварзин, Г. А. Ариаднина нить или паутина Арханы? // Вестн. РАН. – 2007. – № 6. – С. 518.
33. Заварзин, Г. А. Бытие и развитие: эволюция, сукцессия, хаэссентас // Вестн. РАН. – 2007. – № 4. – С. 339.
34. Зельдович, Я. Релятивистская астрофизика / Я. Зельдович, И. Новиков. – М., 1967. – С. 586.
35. Зельдович, Я. Строение и эволюция Вселенной / Я. Зельдович, И. Новиков. – М., 1975. – С. 674.
36. Зельдович, Я. Б. Драма идей в познании природы / Я. Б. Зельдович, М. Ю. Хлопов. – М., 1988. – С. 178. – (Библиотека «Квант», вып. 67).
37. Иванов, Ю. Н. О доказательном и иллюстративном значении доводов в пользу сотворения и критика эволюционизма // Вестн. Новосиб. отд. Петров. Акад. наук и искусств. – 2003. – № 8. – С. 43–49.
38. Казначеев, В. П. Учение о биосфере. – М., 1985. – С. 71.
39. Капица, С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – М., 2003. – С. 64–116.
40. Кастлер, Г. Возникновение биологической организации. – М., 1967. – 92 с.
41. Качанов, О. Ю. Начала общей теории развития природы и общества. – М., 1997. – С. 11–37.
42. Кимура, М. Молекулярная эволюция, теория нейтральности. – М., 1985. – 394 с.
43. Кинг, А. Первая глобальная революция / А. Кинг, Б. Шнайдер // Доклад Римского клуба. – М., 1991. – С. 317.
44. Климонтович, Ю. Л. Введение в физику открытых систем. (I и II). // Синергетика : тр. семинара. – М., 2000. – Т. 3. Материалы круглого стола «Самоорганизация и синергетика: идеи, подходы, перспективы». – С. 100–142.

45. Ключевский, В. О. Сочинения. – М., 1956. – Т. 1. – С. 62, 71.
46. Князева, Е. Н. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – М., 1994. – С. 11.
47. Козырев, Н. А. О возможности экспериментального исследования свойств времени // Козырев, Н. А. Избранные труды. – Л., 1991. – С. 335.
48. Корогодин, В. И. Информация и феномен жизни. – Пушкино, 1991. – 202 с.
49. Крапивин, В. Ф. Глобальные изменения окружающей среды: экоинформатика / В. Ф. Крапивин, К. Я. Кондратьев. – СПб., 2002. – С. 293.
50. Красилов, В. А. Модель биосферных кризисов // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. – М., 2001. – Вып. 4. – С. 9–16.
51. Красилов, В. А. Этапность эволюции и ее причины // Журн. общей биологии. – 1973. – Т. 34. – С. 227–240.
52. Ландау, Л. Д. Квантовая механика. Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М., 1963. – С. 16.
53. Лурье, Л. Экстремальный принцип для разнообразия биомассы в экологии / Л. Лурье, Х. Вагенсберг // Термодинамика и регуляция биологических процессов. – М., 1984. – С. 153–163.
54. Маргелис, Л. Роль симбиоза в эволюции клетки. – М., 1983. – 352 с.
55. Марков, Ю. Г. Закон роста информации и проблема устойчивого развития. – Новосибирск, 2005. – 43 с.
56. Марков, Ю. Г. Природопользование в интересах устойчивого развития. – Новосибирск, 2006. – 216 с.
57. Марков, Ю. Г. Социальная экология: взаимодействие общества и природы. – Новосибирск, 2004. – С. 261.
58. Мизнер, Ч. Гравитация : в 3 т. / Ч. Мизнер, К. Торн, Дж. Уиллер. – М., 1977. – Т. 3. – С. 303.
59. Моисеев, Н. Н. Алгоритмы развития. – М., 1987. – С. 148–149.
60. Моисеев, Н. Н. Восхождение к разуму : лекции по универсальному эволюционизму и его приложениям. – М., 1993. – 192 с.
61. Моисеев, Н. Н. Быть или не быть... человечеству? – М., 1999. – С. 264–265.
62. Назаров, В. И. Современная наука за новую теорию эволюции живого // Вестн. РАН. – 2007. – № 4. – С. 316–322.
63. Небел, Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир. – М., 1993. – Т. 1. – 424 с.
64. Николаев, Г. В. Научный вакуум. Кризис в фундаментальной физике. Есть ли выход? Новые концепции физического мира. – Томск, 1999. – С. 121–122.
65. Николаев, Г. В. Тайны электромагнетизма и свободная энергия : новые концепции физического мира. – Томск, 2002. – 150 с.
66. Николис, Дж. Динамика иерархических систем. Эволюционное представление. – М., 1989. – С. 352–360.
67. Никольский, А. А. Охрана растительного и животного мира – стратегия выживания // Чтения памяти А. Л. Яншина. – М., 2001. – Вып. 1. Глобальные проблемы биосферы. – С. 129.
68. Новиков, Г. А. Сто лет экологии Эрнста Геккеля // Очерки по истории экологии. – М., 1970. – С. 2–76.
69. Овчинников, Ю. А. Строение и функции белков / Ю. А. Овчинников, А. Н. Шагин. – М., 1983. – С. 54.
70. Одум, Ю. Р. Стратегия развития экосистем // Смит, Р. Л. Наш дом планета Земля. – М., 1982. – С. 64–65.
71. Одум, Ю. Основы экологии. – М., 1975. – С. 16.

72. Пенроуз, Р. Новый ум короля. – М., 2003. – С. 36.
73. Пешевичкий, Б. И. Гравитация как неоднородное пространство. – Новосибирск, 1999. (Препринт).
74. Пригожин, И. Время. Хаос. Квант: к решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М., 2000. – С. 219.
75. Проблемы физики: классика и современность. – М., 1982. – С. 293.
76. Прытков, В. П. Оправдание синергетики // Вопр. философии. – 2001. – № 4. – С. 146–149.
77. Разумовский, О. С. Закономерности оптимизации в науке и практике. – Новосибирск, 1990. – 176 с.
78. Редько, В. Г. Эволюционная кибернетика. – М., 2003. – 160 с.
79. Реймерс, Н. Ф. Основные биологические понятия и термины. – М., 1988. – С. 258.
80. Рейхенбах, Г. Направление времени. – М., 1962. – С. 356–357.
81. Репченко, О. Н. Полевая физика или как устроен мир? – М., 2005. – 319 с.
82. Розен, Р. Принцип оптимальности в биологии. – М., 1969. – 216 с.
83. Руденко, А. П. Самоорганизация и синергетика // Синергетика : тр. семинара. – М., 2000. – Т. 3. – С. 61–99.
84. Сапогин, Л. Г. Некоторые аспекты эволюции нетрадиционной энергетики с позиций унитарной квантовой теории / Л. Г. Сапогин, Ю. С. Потапов, С. Ю. Потапов // Труды института машиноведения РАН. – М., 1999. – С. 22.
85. Седов, Е. А. Эволюция и информация. – М., 1976. – 232 с.
86. Седов, Е. А. Взаимосвязь энергии, информации и энтропии в процессах управления и самоорганизации // Информация и управление. Философско-методологические аспекты. – М., 1985. – С. 169–193.
87. Смирнов, Г. В. Нанобактерия – новая экологическая проблема / Г. В. Смирнов, Д. Г. Смирнов // Сиб. экол. журн. – 2006. – Т. 13, № 5. – С. 565.
88. Смит, Р. Л. Наш дом планета Земля. Полемические очерки об экологии человека. – М., 1982. – С. 25.
89. Соколов, Ю. Н. Общая теория цикла. Единая теория поля // Циклы природы и общества : материалы IV междунар. конф. «Циклы природы и общества», ч. 1. – Ставрополь, 1996. – С. 17–36.
90. Суббето, А. И. Ноосферизм. – СПб., 2003. – Т. 1. – 538 с.
91. Ткачев, С. П. «Устойчивое развитие»: спасение человечества или «троянский конь»? // Наш современник. – 2003. – № 6. – С. 163.
92. Турчин, В. Ф. Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции. – М., 2000. – 368 с.
93. Уильямсон, М. Анализ биологических популяций. – М., 1975. – 272 с.
94. Унгуриану, Т. Н. Синергетический подход в медицинской экологии / Т. Н. Унгуриану, П. И. Сидоров // Экология человека. – 2007. – № 4. – С. 3–9.
95. Уоддингтон, К. Морфогенез и генетика. – М., 1964. – 259 с.
96. Урсул, А. Д. Переход России к устойчивому развитию. Ноосферная стратегия. – М., 1998. – 439 с.
97. Федоров, В. Д. Экология / В. Д. Федоров, Т. Г. Гильманов. – М., 1980. – С. 116.
98. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике. Т. 3, 4 / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – М., 1977. – С. 475–476.
99. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по гравитации / Р. Фейнман, Ф. Мориниго, У. Вагнер. – М., 2000. – С. 68.
100. Философия : учеб. для высш. учеб. заведений / под ред. В. П. Кохановского. – Ростов-н/Д, 1995. – С. 310.

101. Философская энциклопедия. – М., 1964. – Т. 3. – С. 162.
102. Философский энциклопедический словарь. – М., 1983. – С. 80–81.
103. Фоминский, Л. П. Сверхединичные теплогенераторы против Римского клуба. – Черкассы, 2003. – 424 с.
104. Фрумин, Г. Т. Максимум максиморум // Химия и жизнь. – 1976. – № 11. – С. 5.
105. Хайек, Ф. А. Дорога к рабству // Вопр. философии. – 1990. – № 10. – С. 114.
106. Харкевич, А. А. О ценности информации // Проблемы кибернетики. – М., 1960. – Вып. 4. – С. 53–57.
107. Хинчин, А. Я. Понятие энтропии в теории вероятности // Успехи мат. наук. – 1952. – Т. 8, вып. 3(55). – С. 3–20.
108. Черепашук, А. Поиски черных дыр: новейшие данные // Успехи физ. наук. – 2001. – Т. 171, № 8. – С. 864.
109. Чернавский, Д. С. Синергетика и информация : Динамическая теория информации. – М., 2001. – 244 с.
110. Чернова, Н. М. Экология / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – М., 1981. – С. 10.
111. Чурсин, В. Д. Цикличность как метод в праве и правовой системе // Циклы природы и общества : материалы IV междунар. конф. «Циклы природы и общества», ч. 1. – Ставрополь, 1996. – С. 6–16.
112. Эйген, М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. – М., 1973. – 216 с.
113. Эйнштейн, А. Сущность теории относительности. – М., 1955. – С. 149.
114. Экстремальные принципы в биологии и физиологии / М. А. Ханин [и др.]. – М., 1978. – 256 с.
115. Энциклопедия кибернетики. – Киев, 1975. – Т. 1. – С. 350.
116. Эшби, У. Р. Введение в кибернетику. – М., 2005. – С. 294.
117. Янчилин, В. Л. Квантовая теория гравитации. – М., 2002. – 255 с.
118. Янчилин, В. Л. Тайны гравитации. – М., 2004. – 240 с.
119. Янчилин, В.Л. Логика квантового мира и возникновение жизни на Земле. – М., 2004. – 151 с.
120. Янчилин, В.Л. Неопределенность. Гравитация. Космос. – М., 2003. – 247 с.
121. Янчилина, Ф. По ту сторону звезд. Что начинается там, где заканчивается Вселенная? – М., 2003. – 119 с.
122. Behe, M. J. Darwin's Black Box. The Biochemical Challenge to Evolution. – N.Y. 1996 – 307 p.
123. Dawkins, R. The Blind Watchmaker. – N.Y., London. – 1986. – P. 78.
124. De Duve, C. Blueprint for a Cell: The Nature and Origin of Life. – 276 p.
125. Egami, F. New Horizons in Biological Chemistry. – Tokyo : Scientific Societies Press, 1978.
126. Folk, R. L. SEM Imaging of bacteria and nannobacteria in carbonate sediments and rocks // J. Sediment. Petrol. – 1993. – N 63. – P. 990–999.
127. Fox, S. W. Emergence of Life: Darwinian Evolution From The Inside. – N.Y. : Basic Books, 1988. – 208 p.
128. Grene, M. The Philosophy of Biology: An Episodic History / M. Grene, D. Depew. – Cambridge : Cambridge University Press, 2004. – 438 p.
129. Hawking, S. W. On the rotation of the Universe // Monthly Notices Roy. Astron. Soc. – 1969. – Vol. 142, N 2. – P. 129–141.
130. Huxley, J. S. Evolution. The Modern Synthesis. – London, 1942. – 645 p.
131. Kauffmann, S. A. The Origin of Order Self Organization and Selection in Evolution. – N.Y. : Oxford University Press, 1993.

132. Land use, land-use change, and forestry / R. T. Watson, I. R. Noble, B. Bolin [et al.]. – Cambridge, 2000. – 377 p.
133. Lovelock, J. E. Geophysiology, the science of Gaia // *Revs. Geophys.* – 1989. – Vol. 27, N 2. – P. 215–222.
134. Mach, E. The Science of Mechanics. – London, 1942. – Ch. 1.
135. Milton, R. Shattering the Myths of Darwinism. – Vermont, 1997. – P. 162.
136. Nature policy plan of the Netherlands. – The Hague: Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, 1990. – 103 p.
137. Rashevsky, N. Mathematical Biophysics: Physico-Mathematical Foundations of Biology. – N.Y. : Dover Publications, 1960. – Vol. 1. – 488 p; Vol. 2. – 462 p.
138. Suess, E. Die Entstehung der Alpen. – Wien, 1873. – 168 p.
139. Toffler, A. Power Shift. – N.Y., 1990. – P. 4.
140. Woese, C. R. A new biology for a new century // *Microbiology and Molecular Biology Reviews.* – 2004. – Vol. 68, N 2. – P. 173–186.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Марков Юрий Геннадьевич – доктор философских наук, ведущий научный сотрудник Института философии и права Сибирского отделения РАН, профессор, действительный член Петровской Академии наук и искусств,
тел. (383) 330-89-26

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЫТИЯ	6
1.1. Отношения «объект-среда»	6
1.2. Экосистемы	10
1.3. Природа и общество	15
1.4. Обусловленность бытия вещей: экологическая и историческая	20
Глава 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЫТИЯ	26
2.1. Информация как свойство отношения «объект-среда»	26
2.2. Информационный подход в синергетике	31
2.3. Объект и среда: принцип соответствия	37
2.4. Информационная энтропия	46
2.5. Принцип максимума информации	53
Глава 3. НАЧАЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ	64
3.1. Принцип Маха – экологический принцип в физике	64
3.2. Гравитация как «универсальная среда обитания» физических объектов	70
3.3. Электродинамика – экологический подход	82
3.4. Новый взгляд на квантовую механику	97
3.5. Методологические аспекты экологической парадигмы в физике	104
3.6. Структурная информация и энергетика	117
Глава 4. ЭВОЛЮЦИЯ И ИНФОРМАЦИЯ	126
4.1. Эволюция как объяснительный фактор в биологии	126
4.2. Рост информации в эволюционных процессах	132
4.3. Квантовая гипотеза эволюции и нелокальные связи	141
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	150
ЛИТЕРАТУРА	157
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ	162

Марков Юрий Геннадьевич

ЭКОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИЯ: НОВЫЕ ИДЕИ

Аналитический обзор

Компьютерная верстка выполнена Т.А. Калюжной, Л.Б. Шевченко

Лицензия ИД № 04108 от 27.02.01

Подписано в печать 22.02.2008. Формат 60х84/16.
Бумага писчая. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 10,2. Уч.-изд. л. 11,4. Тираж 300 экз.
Заказ № 15.

ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, ул. Восход, 15, комн. 407, ЛИСА.
Полиграфический участок ГПНТБ СО РАН. 630200, Новосибирск,
ул. Восход, 15.