

Конспект лекций по курсу  
«История и методология науки и  
производства»

для студентов направления подготовки  
210200.68 «Проектирование и технология  
электронных средств»

составитель А.В. Кочура

Курск 2010

## Понятие науки

Как своеобразная форма познания – наука возникла в Новое время (XVI-XVII вв.) в эпоху становления капиталистического производства. С этого времени наука начинает развиваться самостоятельно. Но она постоянно связана с практикой, получает от неё задания и импульсы для развития и, воздействуя на ход практической деятельности, опредмечивается, материализуется в ней.

*Наука* – это форма духовной деятельности людей, направленная на производство знаний о природе, обществе и самом познании, имеющая непосредственной целью постижение истины и открытие объективных законов на основе обобщения реальных фактов и их взаимосвязи. Наука существовала не во все времена и не у всех народов.

*Наука (по Канту)* – совокупность знаний, упорядоченная связь истинных суждений, предположений и проблем, относящихся к действительности в целом и отдельным областям или сторонам её.

В отличие от опытного знания (эмпирии), наука не довольствуется только вопросом «что», но спрашивает также и «почему».

Используя анализ, наука переходит от «целого» к «частному», а при применении синтеза наоборот.

Наука использует индукцию для перехода от опыта и наблюдений к понятиям, суждениям и умозаключениям, а дедукцию для перехода от общего к частному, всегда проверяя одно другим.

## Развитие науки

Из древних интеллектуальных систем наиболее схожие современным черты имели учения цивилизации *Древней Греции*. Уже тогда наука развивалась как целостный организм и имела зачатки мышления, идущие в плане частных наук.

В эпоху *христианского средневековья* наука также разрабатывалась и расширялась как единое целое.

В конце *средневековья* началась подмена понятия «наука» понятием «естествознание». С той поры возможности науки резко возросли из-за того, что математика стала вторым из двух главных орудием. А эксперимент, обнаруживающий и исследующий закономерность её первым орудием.

Даже Кант оценивал частные науки в зависимости от степени использования в них математики.

Под влиянием экспериментально-математической науки изменилось мировоззрение европейца и усилилось его влияние на духовную жизнь остальных стран. Особенно это усиление произошло благодаря подведению строгого фундамента под возникшую из медицины технику.

Дальнейшее развитие вызвало более глубокое разделение науки на специальности. Из-за этого появилась одна из проблем – утрата понимания истинной цели науки, как науки о мире в целом, а действительности – как единого целого.

В основе рационализма науки положен принцип главенства разума, веры в неограниченную силу человеческого познания. Завоевав науку, он пошел

дальше, и в настоящее время превратился в главную форму образования и воспитания. Это превратило ученого в специалиста, а высшее учебное заведение – в место для подготовки специалиста.

**Одна из проблем науки – отсутствие со стороны частных наук достаточного внимания к общей для них цели.**

Рассмотрим еще одно историческое деление этапов развития науки.

1. Преднаука. Зачатки знаний на Древнем Востоке, Греции, Риме. Сюда относится развитие науки в Средние Века вплоть до нового времени.
2. Классическая наука (18-19 вв.). Главная особенность – стремление познать предмет сам по себе безотносительно к условиям его изучения.
3. Неоклассическая наука (первая половина 20 в.). Её исходные пункты – разработка релятивистской и квантовой теории в физике. Она отвергает объективизм классической науки. Показывает, что реальность зависит от наблюдателя (субъективного фактора).
4. Постнеоклассическая наука (вторая половина 20 в. – наши дни). Характеризуется преодолением всеобщего «субъективизма» включением субъективной деятельности в «тело знания». Она учитывает соотнесенность характера получаемых знаний об объекте не только с особенностью средств и операций деятельности субъекта, но и с ценностно-целевыми структурами. Характерная черта современной науки – универсальный (глобальный) эволюционизм, соединяющий идеи эволюции с идеями системного подхода, что базируется на:
  - теории нестационарной Вселенной;
  - синергетике;
  - теории биологической эволюции и развития на её основе концепции биосферы и ноосферы.

### **Классификация наук**

Рассмотрим теперь возможные способы классификации наук. В первую очередь следует напомнить о классификации Канта, который распределял науки по мере использования в них математики, рассматривая последнюю не как науку, а как специфический язык науки.

Существует общее деление, когда все науки делятся на физические, химические, биологические, социологические. Такая классификация чересчур общая, поэтому внутри каждого из типов можно разделить науки по их предмету или методу:

- описательные;
- объясняющие;
- типизирующие;
- генерализирующие;
- изучающие события, законы, структуру;

- теоретические дисциплины;
- технические методы;

Есть деление на:

- практические и теоретические;
- общие и специальные;
- идеальные и реальные;

Можно разделить науки по способу их применения:

- о природе (естествознание);
- об обществе (гуманитарные и социологические науки);
- о познании (логика, гносеология);
- технические.

Часто используется термин «точные науки». К ним относятся те науки, которые основаны на мере и числе, в которых математика используется больше всего (математика, физика, астрономия).

Итак, все науки образуют единую, взаимосвязанную, развивающуюся систему знаний о законах мира. Эта система знаний делится на множество отраслей (чистых наук), которые различаются тем, какую сторону действительности и форму движения материи они изучают.

Следует к отдельному классу отнести дисциплины, изучающие саму науку: история и логика науки, психология научного творчества, социология знания и науки, науковедение.

### **Черты науки**

#### **Основные особенности научного познания:**

1. Основная задача научного знания – обнаружение объективных законов действительности – природных, социальных (общественных), законов самого познания, мышления и др. Отсюда ориентация исследования главным образом на общие, существенные свойства предмета и их выражения в форме абстракции. Если этого нет, то нет и науки.

2. Цель и высшая ценность научного познания – объективная истина. Отсюда характерная черта научного познания – объективность, устранение субъективных моментов. Но с другой стороны, активность субъекта – важнейшее условие и предпосылка научного познания.

3. Наука в большей мере, чем другие формы познания ориентирована на то, чтобы быть воплощенной в практике. Девизом науки с позиций этого пункта может быть: «Знать, чтобы предвидеть, предвидеть, чтобы практически действовать»

4. Научное познание в гносеологическом (учение о познании) плане – сложный, противоречивый процесс воспроизводства знаний, которые образуют целостную систему понятий, теорий, гипотез, законов и других идеальных форм, которые закреплены в языке искусственном (математической символике, химических формулах и т.п.). С этих позиций важным показателем научности является активность непрерывного самообновления наукой своего арсенала.

5. Применение в научном познании специфических материальных средств – приборов, инструментов. Характерно использование для исследования идеальных средств и методов, таких как современная логика, математические методы, диалектика, системный, кибернетический и другие общенаучные приемы и методы.

6. Совмещение в науке строгой доказательности, обоснованности, достоверности выводов с гипотезами, догадками, предположениями, вероятностными суждениями.

Последний пункт ставит еще одну проблему, которая, кстати говоря, только в прошлом веке обрела надежную опору в лице точной науки – квантовой физики. Для достижения нового знания необходимо использовать обе стороны медали движения в общем смысле – хаос и порядок, точность и вероятность. Именно недостаток в структуре мышления одной из этих категорий приводит к ограниченности, замыканию в себе и, как следствие, застою и кризису науки. Поэтому следует техническое образование разбавлять, в разумных пределах, дисциплинами гуманитарного профиля и в первую очередь – философией. Особое внимание необходимо уделять логико-методологической подготовке исследователей. А философская культура, грамотно привитая мышлению, будет неустанно побуждать его к совершенствованию.

Кратко укажем еще несколько критериев научности:

- внутренняя системность знания;
- формальная непротиворечивость знания;
- опытная проверяемость;
- воспроизводимость;
- открытость для критики;
- свобода от предвзятости;
- строгость.

**Предлагаю Вам самим подумать о значимости каждого из критериев. Составить их иерархию и ответить на вопрос для всех ли наук Ваша иерархия будет неизменной?**

### **Структура и уровни научного познания**

Рассмотрим структуру научного познания, выполнив «срез».

В первую очередь каждая наука имеет «твердое ядро» - достоверное знание, формирующееся годами. Далее наука состоит из «науки переднего края», включающей в себя как истинное, еще не закрепившееся, так и неистинное, еще не отмершее, знания. Третьей частью науки, которая проникает и в «твердое ядро» и в «науку переднего края» является неважная с точки зрения частных вопросов, но значительная, когда дело доходит до обобщений, история науки.

«Твердое ядро» науки состоит из:

- фактического материала, почерпнутого из эмпирического опыта;

- результатов первоначального концептуального его обобщения в понятиях и других абстракциях;
- основанных на данных проблем и научных предположений (гипотез);
- «вырастающих» из них законов, принципов и теорий;
- философских установок;
- социокультурных оснований;
- методов, идеалов и норм научного познания;
- стиля мышления.

Если рассматривать структуру познания, с позиций форм его проявления, то выделяется два уровня познания, связанные постоянным единством и борьбой противоположностей – эмпирический (аналог чувственного восприятия, связь с внешним миром) и теоретический (аналог рационального мышления, самоанализ).

Часто структуру познания рассматривают в динамике: **«проблема – гипотеза – теория»**.

Проблема – форма знания, содержанием которой является то, что еще не познано человеком, но что нужно познать. Это знание о незнании, это процесс между постановкой и решением.

Гипотеза – форма знания, содержащая предположение, сформулированное на ряде фактов, истинное значение которого неопределено и нуждается в доказательстве. Знание носит вероятностный характер и требует проверки оснований. Выдвижение новой гипотезы опирается на результаты проверки старой, даже если они были отрицательными (например, в физике понятия «флогистона», «теплорода», «эфира»).

Теория – наиболее развитая часть научного знания, дающая целостное отображение закономерных и существенных связей определенной области действительности. Любая теория должна соответствовать двум требованиям: 1) непротиворечивость (внутренняя и внешняя); 2) фальсифицируемость (предусматривающая возможность опровержения или опытной проверки).

Кроме того, каждая теория должна иметь основные элементы:

1. исходные основания – фундаментальные понятия, принципы, законы, уравнения, аксиомы и т.п.;
2. идеализированный объект – абстрактную модель существенных свойств и связей изучаемых предметов);
3. логику теории, нацеленную на прояснение структуры и изменение знания;
4. совокупность законов и утверждений, выведенных из основных положений данной теории в соответствии с определенными принципами.

Основные функции теории:

1. синтетическая функция – объединение отдельных знаний в единую, целостную систему;

2. объяснительная функция – выявление причинных или иных зависимостей, связей данного явления;
3. методологическая функция – формулировка на базе теории многообразных специфических методов, способов и приемов решения задач;
4. предсказательная функция – функция, позволяющая оценить силу теории, в физике теория считается полностью утвердившейся, если с её помощью были предсказаны факты, которые впоследствии нашли опытное подтверждение (например, общая теория относительности, квантовая теория); возможность предвидения – вот главное требование, предъявляемое человеком к созданной теории;
5. практическая функция – воплощение результатов теории в практику, как в технологическом плане (непосредственное изготовление новых изделий), так и в интеллектуальном (эффективное использование теории для создания других теорий); теория должна быть руководством к действию.

Следует так же напомнить знаменитый постулат, которого придерживаются все грамотные исследователи – «бритву Оккама», «принцип простоты», который сам Уильям Оккам сформулировал как «простейшие объяснения – самые лучшие», не следует создавать сущностей больше, чем требуется. Необходимо удалять из теории понятия, которые не сводятся к интуитивному (аксиоматическому) и опытному (практическому) знанию.

Карл Реймунд Поппер ввел следующие критерии, по которым следует выбирать нужную теорию из большого числа представленных. Лучшая теория должна:

1. сообщать наибольшее количество информации, т.е. иметь более глубокое содержание;
2. обладать большей объяснительной и предсказательной силой;
3. быть логически более строгой;
4. быть более строго, проверенной посредством сравнения предсказанных фактов с наблюдениями.

Лекция №2.

## **Основы современных взглядов на науку. Синергетика. Глобальный эволюционизм.**

Как было указано в предыдущей лекции, современная постнеокласическая наука базируется на трех китах: теории нестационарной Вселенной, синергетике и глобальном эволюционизме. Рассмотрим в настоящей лекции два последних основания, а оставшееся перенесем в блок современных проблем физики.

Уже к концу девятнадцатого века стало ясно, что назревает проблема научной сверхспециализации, и теряются связи между несмежными специальностями. Наука из единого вместилища знаний о природе быстрыми темпами переходит в сверхсложный организм с множеством потаенных уголков, доступных только горстке посвященных. Именно в это время начинает строго формализоваться наука об еще одном сложном объекте – обществе (социология). И вообще, назревает очень много проблем из-за нехватки математических методов, описывающих не только эти, но и другие более простые, но тоже состоящие из множества элементов, системы. Единственная наука, которая обошла, в большой мере благодаря привлечению философии, такого рода трудности при изучении, наверное, самого сложного объекта, когда-либо попадавшего в поле зрения человеческого разума – самого человека и его поведения, - это психология.

**СИНЕРГЕТИКА** (от греч. «син» — «со-», «совместно» и «эргос» — «действие»), созданное профессором Штутгартского университета Германом Хакеном междисциплинарное направление, которое занимается изучением систем, состоящих из многих подсистем различной природы (электронов, атомов, молекул, клеток, нейронов, механических элементов, органов животных, людей, транспортных средств и т.д.), и выявлением того, каким образом взаимодействие таких подсистем приводит к возникновению пространственных, временных или пространственно-временных структур в макроскопическом масштабе.

### Новая парадигма?

Возникновение синергетики было неоднозначно воспринято научным сообществом. Одни говорили о новой парадигме в естествознании, социальных и гуманитарных науках на базе кооперации фундаментальных наук и их методов; другие не видели в синергетике ничего нового по сравнению с современной теорией нелинейных колебаний и волн; третьи склонялись к мнению, что синергетика всего лишь объединяющий лозунг и ничего более, и высказывали недоумение по поводу нездорового, по их мнению, ажиотажа, вызванного новым направлением.

Столь широкий разброс мнений связан с некоторыми необычными особенностями синергетики и ее взаимосвязями с другими науками.

В отличие от наук, возникавших на стыке двух дисциплин, например, физической химии или химической физики, одна из которых предоставляет новой науке предмет, а другая — метод исследования, синергетика опирается на методы, одинаково приложимые к различным предметным областям, и



изучает сложные («многокомпонентные») системы безотносительно к их природе. Ясно, что ученый, который знакомится с синергетикой с позиции той науки, которой он занимается, прежде всего обращает внимание на те ее аспекты, которые наиболее близки основным идеям знакомой ему области знания. Что же касается отличий синергетики от наук «со стажем», то они остаются в тени. Между тем такие отличия существуют. Синергетика обращает внимание на то, что при традиционном подходе остается за рамками рассмотрения. Например, термодинамика и теория информации изучают статику, тогда как для синергетики основной интерес представляет динамика. Неравновесные фазовые переходы синергетических систем, включающие в себя колебания, пространственно-временные структуры и хаос, отличаются несравненно большим разнообразием, чем фазовые переходы систем, находящихся в состоянии теплового равновесия. В отличие от кибернетики, занимающейся разработкой алгоритмов и методов, позволяющих управлять системой так, чтобы та функционировала заданным образом, синергетика изучает самоорганизацию системы при произвольном изменении управляющих параметров. В отличие от теории динамических систем, которая игнорирует флуктуации в точках бифуркации, синергетика занимается изучением стохастической динамики во всей ее полноте в подпространстве зависящих от времени управляющих параметров.

#### Управление системами

Важная особенность синергетических систем состоит в том, что ими можно управлять извне, изменяя действующие на системы факторы. Например, скорость роста клеток можно регулировать извне, обрабатывая клетки различными химическими веществами. Параметры, описывающие действующие на систему факторы, называются управляющими.

#### Сложность поведения.

Временная эволюция синергетических систем зависит от причин, которые не могут быть предсказаны с абсолютной точностью. Непредсказуемость поведения синергетических систем связана не только с неполнотой информации о состоянии их многочисленных подсистем (что заставляет ограничиваться вместо индивидуального описания каждой подсистемы описанием ансамблей подсистем) и неизбежными квантовыми флуктуациями, но и тем, что эволюция некоторых систем очень чувствительна к начальным условиям. Даже небольшое различие в начальных условиях в корне изменяет последующую эволюцию системы («эффект бабочки», от известного рассказа Р. Брэдли). Непредсказуемость эволюции синергетических систем получила название стохастичности.

#### Принцип подчинения

В процессе временной эволюции синергетическая система, находящаяся в одном состоянии, переходит в новое состояние (старое состояние утрачивает устойчивость). При описании перехода из одного состояния в другое не все параметры состояния имеют одинаковое значение, и одни параметры состояния (быстрые переменные) можно выразить через другие (медленные переменные), которые называются параметрами порядка, в

результате чего количество независимых переменных уменьшается. Возможность представления быстрых переменных в виде функций параметров порядка составляет содержание синергетического принципа подчинения. Например, если на местности имеется овраг, то самая низкая точка поверхности земли в окрестности оврага находится на его дне. Поэтому для нахождения этой точки существенны медленные переменные, или параметры порядка, описывающие «осевую» дна оврага, а быстрые переменные, описывающие склоны оврага, могут быть представлены как функции параметров порядка в силу принципа подчинения. Параметр порядка и принцип подчинения принадлежат к числу наиболее фундаментальных понятий синергетики.

Нелинейность – термин из синергетики, означающий множество путей эволюции системы и возможность выбора из данных альтернатив. «Нелинейное мышление» - понимание недостаточности схемы последовательного и постепенного, безальтернативного развития. К принципам «нелинейного мышления» относятся:

- многовариантность, альтернативность эволюции;
- возможность выбора её определённых «удобных» человеку путей;
- возможность ускоренного развития, инициирования процессов быстрого нелинейного роста;
- необратимость развития.

Кратко можно следующим образом сформулировать основные выводы полученные синергетикой:

- самоорганизованным системам нельзя навязывать пути их развития;
- для них существует несколько альтернативных путей развития, а значит возможность выбора наиболее оптимального из них;
- хаос может выступать в роли сдерживающего начала, конструктивного механизма эволюции;
- зная тенденции самоорганизации системы можно миновать многие зигзаги эволюции, ускорить её;
- в особых состояниях неустойчивости социальной среды действия отдельного элемента могут иметь существенное значение в макропроцессах;
- будущее состояние системы как бы организует, формирует, изменяет наличное её состояние.

Рассмотрим теперь понятие глобального эволюционизма, тесно связанного с синергетикой, на примере применения эволюционного подхода к решению задач экономики.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ, направление (гетеродоксальное) в экономической теории, опирающееся на привнесение в экономические

исследования свойственных современной эволюционной биологии методологических подходов и рассмотрение процесса хозяйственных изменений в терминах «естественного отбора» среди популяции субъектов (фирм и других организаций).

#### Оформление теории

Начало данному направлению было положено опубликованными в 1960-1970-х гг. работами С. Уинтера, посвященными критической оценке основных постулатов неоклассической теории фирмы. Однако в качестве самостоятельной научной школы эволюционная теория оформилась лишь в середине 1980-х гг., после выхода в свет книги Р. Нельсона и С. Уинтера «Эволюционная теория экономических изменений», основные идеи которой по сей день составляют основу теоретических построений исследователей, работающих в традиции данного теоретического направления.

В центре внимания эволюционной теории находятся процессы необратимых динамических изменений в хозяйственной системе. В данном контексте сторонники эволюционной теории рассматривают ее как логическое развитие идей А. Маршалла, И. Шумпетера и Т. Веблена, опирающееся на применение биологических концепций наследственности и отбора. Наиболее важным новшеством, связанным с использованием данных концепций, является отказ от понятия репрезентативного хозяйствующего субъекта и рассмотрение процессов, ведущих к возникновению и изменению с течением времени вариации индивидуальных признаков субъектов (моделей поведения фирм, технологических параметров их деятельности).

#### Организационные рутины и имитация инноваций

Благодаря указанному подходу концептуальная схема анализа микроэкономических проблем, созданная в рамках эволюционной теории, оказывается принципиально отличной от неоклассической. В эволюционной теории вводится ключевое понятие относительно стабильных в краткосрочной и среднесрочной перспективе организационных рутин — используемых фирмами стандартных правил и процедур ведения деятельности, фиксирующих методы получения информации, выработки и проведения в жизнь стратегических и тактических решений, распределения задач между исполнителями и т. д. Использование рутинных процедур позволяет экономить ресурсы, необходимые для принятия решений в многократно повторяемых ситуациях, хотя порой оно приводит к тому, что принятые решения оказываются неоптимальными. В этом аспекте эволюционная теория, безусловно, отказывается от принятых в неоклассической теории представлений о «гиперрациональности» экономических субъектов, позволяющей их всегда действовать оптимальным способом. Напротив, эволюционная теория подчеркивает важность фактора случайных ошибок, составляющих неотъемлемую часть как процесса накопления опыта хозяйственной деятельности, так и самого процесса эволюции.

Организационные рутины в интерпретации сторонников эволюционной теории представляют собой экономическую аналогию генов как носителей

наследственной информации. Процесс изменений в экономической системе моделируется в терминах отбора организаций, наиболее адаптированных — с точки зрения применяемых организационных рутин — к особенностям внешней среды. При этом предполагается, что «успешные» (повышающие уровень адаптированности) рутины могут восприниматься организациями путем имитации, или подражания образцам, а изменение условий внешней среды обуславливает необходимость экспериментального изменения рутин, ведущего в процессе отбора к выработке нового комплекса «успешных» рутин. Характерной особенностью интерпретации данного эволюционного процесса в рамках рассматриваемой теории является представление о наследовании приобретенных признаков, например, воспроизведении рутин, воспринятых методом имитации.

Отказ от представления о совершенной рациональности хозяйствующих субъектов и выдвигание на первый план фактора организационных рутин обуславливает в рамках эволюционной теории фундаментальный вывод о том, что результат эволюционного процесса не обязательно соответствует принципу максимизации эффективности.

Во-первых, эволюционная теория подчеркивает влияние параметров внешней среды, применительно к которым эффективность может не являться синонимом адаптированности. В частности, численное преобладание иерархических фирм над иными формами экономической организации (например, кооперативами) в современной рыночной экономике может найти объяснение не в более высокой эффективности иерархических фирм, а в специфике процедуры создания кооперативов, ограничивающей возможности роста их численности. Во-вторых, повышенное внимание уделяется факторам начальных условий и зависимости от предшествующей траектории развития (*path dependency*). Если внедрение определенной технологии или модели поведения влечет за собой образование обратной связи, закрепляющей изначально сделанный выбор, его изменение становится маловероятным (или невозможным) даже в том случае, если он перестает отвечать критерию эффективности. В-третьих, накопление поведенческих изменений, увеличивающих адаптированность индивидуальной фирмы, может изменить саму внешнюю среду, т. е. привести в конечном итоге к изменению критериев адаптированности. В частности, осуществление одной из фирм базовой инновации, ведущей к созданию прибыльной рыночной ниши, может побудить фирмы осуществлять имитационные инновации, ведущие к падению нормы прибыли и «замораживанию» в данной производственной сфере чрезмерного объема экономических ресурсов, которые могли бы найти более производительное применение в других отраслях экономики.

Представление о нетождественности принципов адаптированности и эффективности лежит в основе нормативных положений эволюционной теории, которая допускает гораздо более широкий спектр возможностей государственного вмешательства в экономические процессы, чем неоклассическая экономическая теория. В качестве основного фактора,

обусловливающего целесообразность государственного активизма, выступает в данном случае необходимость корректировать не «провалы рынка», а отклонения эволюционной траектории развития, ведущей к достижению максимального уровня адаптированности, от экономически эффективной траектории развития.

#### Построение моделей шумпетерианской конкуренции

Важным направлением анализа является построение так называемых моделей шумпетерианской конкуренции, связанных с учетом таких характеристик конкурентного процесса, как сопряженные с издержками усилия по осуществлению и имитации инноваций, а также по присвоению выгод от инновационной деятельности. При этом моделируется отбор двух типов организационных рутин: с одной стороны, рутин, управляющих использованием фирмами ресурсов при заданном продуктивном наборе и заданной технологии, и, с другой стороны, рутин более высокого уровня, на которые опирается процесс создания новых продуктов и разработки новых производственных технологий.

Анализ поведения фирм как генераторов инновационной активности, обусловленного выполнением ими функции аккумуляции производственного знания (часть которого имеет неартикулируемый характер), остается в настоящее время одним из ключевых приоритетов эволюционной теории. С помощью изучения инновационного процесса предполагается преодолеть отмечаемый теоретиками-эволюционистами недостаток современной экономической теории, заключающийся в отсутствии адекватной концепции динамических технологических изменений и адаптации хозяйственной системы к изменениям внешней среды.

Будучи сравнительно молодым научным направлением (интенсивные исследования в его традициях ведутся менее двух десятилетий), эволюционная теория претендует в настоящее время на статус одного из самых влиятельных гетеродоксальных течений в экономической науке. В то же время, хотя отдельные ее понятия (такие, как «организационные рутин», «имитация инноваций») получают растущее признание в работах по теории промышленной организации, прикладной теории управления и т.д., влияние эволюционной теории на смежные отрасли экономической науки остается крайне незначительным, а сама эволюционная теория сохраняет статус достаточно замкнутой научной школы.

**МЕТОДОЛОГИЯ** - от "метод" и греч. "слово", "понятие", "учение". - система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также учение об этой системе.

Первоначально методология была неявно представлена в практических формах взаимоотношений людей с объективным миром. В дальнейшем она вычленяется в специальный предмет рационального познания и фиксируется как система социально апробированных правил и нормативов познания и действия, которые соотносятся со свойствами и законами действительности. Задача накопления и передачи социального опыта потребовала специальной

формализации содержащихся в самой деятельности принципов и предписаний, приемов и операций.

Зачатки методологических знаний обнаруживаются уже у на ранних ступенях развития культуры. Так в Др. Египте геометрия вытупала в форме нормативных предписаний, которые определяли последовательность измерительных процедур при разделе земельных площадей. Важную роль при этом сыграла такая форма социальной деятельности, как обучение трудовым операциям, их последовательности, выбору наиболее эффективного способа действия.

С развитием производства, техники, искусства, элементов науки и культуры в целом методология становится предметом специфической теоретической рефлексии, формой которой выступает прежде всего философское осмысление принципов организации и регуляции познавательной деятельности, выделения в ней условий, структуры и содержания знания, а также путей, ведущих к истине. Так, например, в учении Гераклита "многознание" противопоставляется уму как способу познания диалектики мироздания - всеобщего логоса, отличного от многообразия получаемых ненадежным путем "мнений", преданий и др. Правила рассуждения, эффективного доказательства, роль языка как средства познания стали предметом специального исследования в философии софистов.

Особое место в разработке проблем методологии принадлежит Сократу, Платону и Аристотелю. Сократ выдвинул на первый план диалектическую природу мышления как совместного добывания истины в процессе сопоставления различных представлений, понятий, их сравнения, расчленения, определения и т.д. Учение о переходе от смутных представлений к расчлененным и отчетливым общим понятиям рассматривалось им как метод совершенствования искусства жить. Т.о., логические операции подчинялись у Сократа этическим целям: предметом истинного знания должно быть только то, что доступно целесообразной деятельности, цель же определяется посредством соответствующим образом организационной работы мысли. Платон усматривал смысл своей диалектики понятий и категорий в поиске принципа каждой вещи; для достижения этого мысль должна двигаться соответственно объективной логике познаваемого предмета.

Аристотель подверг анализу принципы построения суждения, правила умозаключения и доказательства, вопросы определения терминов, роль индукции и дедукции в достижении истины. Ему принадлежит важная для методологии разработка учения о категориях как организующих формах познания, их диалектике (соотношение потенциального и актуального, формы и материи и др.). Аристотель рассматривал созданную им логическую систему как "органон" - универсальное орудие истинного познания.

До нового времени проблемы методологии не занимали особого места в системе знания и включались в контекст натурфилософских и логических построений. Развитие производительных сил вызвало бурный расцвет

естествознания, что потребовало коренных изменений в методологии. Эту потребность отразило направленное против схоластики учение Ф.Бэкона об индуктивном эмпирическом подходе к явлениям природы. В качестве образца научной методологии признавались принципы механики, ставшие руководящими для Галилея и Декарта. По Галилею, научное познание должно базироваться на планомерном и точном эксперименте - как мысленном, так и реальном. Для реального эксперимента характерно непосредственное изменение условий возникновения явлений и установление между ними закономерных причинных связей, обобщаемых посредством математического аппарата.

У Декарта проблема методологии выступает в связи с обсуждением вопроса о том, на каких основаниях и с помощью каких методов достижимо новое знание. Декарт разработал правила рационалистического метода, среди которых первым является требование допускать в качестве истины только такие положения, которые осознаются ясно и отчетливо. За исходные принимаются аксиомы как самоочевидные истины, усматриваемые разумом интуитивно, без всякого доказательства; из непосредственно узреваемых положений выводится путем дедуктивного доказательства новое знание.

Другая линия в методологии нового времени была представлена английским эмпиризмом. Так, например, Локк стремился разработать такие способы мышления, которые способствовали бы построению строго эмпирической науки, основанной на чувственном опыте.

Ограниченность как рационалистического, так и эмпирического направлений в методологии была выявлена немецкой классической философией, которая подвергла критическому анализу условия познания, его формы и организующие принципы. В противовес механистической методологии, механистически трактовавшей пути и способы познания, была развита диалектическая методология, выступившая в классической немецкой философии в идеалистической форме (Кант, Фихте, Шеллинг, Гегель).

Кант критически проанализировал структуру и типы познавательных способностей человека, разграничил конститутивные и регулятивные принципы познания, соотношение между его формой и содержанием. У Канта критическое отношение к наличному знанию служит методологическим основанием для преодоления догматических и метафизических воззрений на мир. Учение Канта утверждало принцип достоверности знания, который, однако, не был последовательно реализован из-за кантовского априоризма.

Элементы диалектики, содержащиеся в кантовском анализе процесса познания, получили развитие в диалектической философии Гегеля. Его диалектика имела характер всеобщего метода познания и духовной деятельности. Разработанные Гегелем категории и законы диалектики образовали тот мыслительный аппарат, который позволил под принципиально новым углом зрения исследовать взаимосвязи, противоречия и развитие бытия и мышления. Важнейшую роль в методологии Гегеля играет принцип восхождения от абстрактного к конкретному - от общих и

бедных содержанием форм к расчлененным и наиболее богатым содержанием, к системе понятий, позволяющей постичь предмет в его сущностных характеристиках.

Рациональные принципы методологии предшествующих эпох были обобщены и переработаны на последовательно материалистической основе в марксистской философии, обогащенной новыми достижениями науки и специальной практики. Диалектико-материалистическая методология позволяет адекватно понять характер отношений между теорией и методом, а также роль практики в познании. Если теория представляет собой результат процесса познания, то методология является способом достижения и построения этого знания. Так, например, методологический принцип детерминистского объяснения мира является организующим началом соответствующих физических, биологических, социальных теорий. В свою очередь, будучи проверены общественной практикой, эти теории могут выполнять методологическую функцию, т.е. служить направляющим началом в исследовательской деятельности.

Основой различных методов является единая диалектико-материалистическая методология, которая соотносится со сложной иерархией конкретных способов и приемов деятельности на различных уровнях организации материального и духовного производства. Философский уровень методологии реально функционирует не в виде жесткой и однозначной системы норм, "рецептов" и формальных приемов, а в качестве общей системы принципов и регуляторов человеческой деятельности. Такой общей системой является диалектический и исторический материализм. Эвристическая роль диалектического материализма обеспечивается тем, что он ориентирует исследования на раскрытие объективной диалектики, выражая ее в законах и категориях. Мировоззрение выступает как предпосылка и основание методологии, поскольку материалистической диалектике присуще единство мировоззренческих и методологических функций. Вся система методологического знания непременно включает в себя мировоззренческую интерпретацию оснований исследования и его результатов.

В 20в. произошел быстрый рост методологических исследований, что обусловлено революционными изменениями в социальной практике, науке, технике и др. сферах жизни. Особое влияние на развитие методологии оказывают процессы дифференциации и интеграции научного знания, коренные преобразования классических и появление множества новых дисциплин, превращение науки в непосредственную производительную силу общества. Перед обществом возникают глобальные проблемы экологии, демографии, урбанизации, освоения космоса и др., для решения которых требуются крупномасштабные программы, реализуемые благодаря взаимодействию многих наук. Возникает необходимость не только связать воедино усилия специалистов разного профиля, но и объединить различные представления и решения в условиях принципиальной неполноты и неопределенности информации о комплексном объекте (системе). Эти задачи



обусловили разработку таких методов и средств, которые могли бы обеспечить эффективное взаимодействие и синтез методов различных наук (системный подход, теоретическая кибернетика, концепция ноосферы В.И.Вернадского и др.).

Если раньше понятие методологии охватывало преимущественно совокупность представлений о философских основах познавательной деятельности, то теперь ему соответствует внутренне дифференцированная и специализированная область знания. От теории познания, исследующей процесс познавательной деятельности в целом и прежде всего - его содержательного основания, методологию отличает акцент на методах, путях достижения истинного и практически эффективного знания. От социологии науки и науковедения методология отлична своей направленностью на внутренние механизмы, логику движения и организации знания.

Существует несколько классификаций методологического знания. Одним из распространенных является деление методологии на содержательную и формальную. Первая включает в себя следующие проблемы: структура научного знания вообще и научной теории в особенности; законы порождения, функционирования и изменения научных теорий; понятийный каркас науки и ее отдельных дисциплин; характеристика схем объяснения, принятых в науке; структура и операциональный состав методов науки; условия и критерии научности. Формальные аспекты методологии связаны с анализом языка науки, формальной структуры научного объяснения, описанием и анализом формальных и формализованных методов исследования, в частности методов построения научных теорий и условий их логической истинности, типологии систем знания и т.д. В связи с разработкой этого круга проблем возник вопрос о логической структуре научного знания и началось развитие методологии науки как самостоятельной области знания, охватывающей всё многообразие методологических и методических принципов и приемов, операций и форм построения научного знания. Её высшим и определяющим уровнем является философская методология, направляющие принципы которой организует методологическую работу на конкретно-научном уровне.

Некоторым конкретно-научным направлениям (структурализм, ряд интерпретаций системного подхода и др.) присуща неоправданная тенденция к универсализации, стремление обрести статус философских концепций. Истоки такой универсализации - неправомерное отождествление философского и конкретно-научных уровней методологии. Конструктивная роль материалистической диалектики как методологии состоит в том, что она показывает несостоятельность подобных устремлений, позволяет определить реальные возможности и границы каждой формы конкретно-научной методологии.

## **СПЕЦИФИКА НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Наука - это специфическая деятельность людей, главной целью которой является получение знаний о реальности. Знание - главный продукт научной

деятельности, но не единственный. К продуктам науки можно отнести и научный стиль рациональности, который распространяется во все сферы деятельности людей; и различные приборы, установки, методики, применяемые за пределами науки, прежде всего в производстве. Научная деятельность является и источником нравственных ценностей. Хотя наука ориентирована на получение истинных знаний о реальности, наука и истина не тождественны. Истинное знание может быть и ненаучным. Оно может быть получено в самых разных сферах деятельности людей: в обыденной жизни, экономике, политике, искусстве, в инженерном деле. В отличие от науки, получение знания о реальности не является главной, определяющей целью этих сфер деятельности (в искусстве, например, такой главной целью являются новые художественные ценности, в инженерном деле - технологии, изобретения, в экономике - эффективность и т.д.).

Важно подчеркнуть, что определение "ненаучный" не предполагает негативную оценку. Научная деятельность специфична. Другие сферы деятельности человека - обыденная жизнь, искусство, экономика, политика и др. - имеют каждая свое предназначение, свои цели. Роль науки в жизни общества растет, но научное обоснование не всегда и не везде возможно и уместно.

История науки показывает, что научное знание не всегда является истинным. Понятие "научный" часто применяется в ситуациях, которые не гарантируют получение истинных знаний, особенно когда речь идет о теориях. Многие научные теории были опровергнуты. Иногда утверждают (например, Карл Поппер), что любое теоретическое высказывание всегда имеет шанс быть опровергнутым в будущем.

Наука не признает паранаучные концепции - астрологию, парапсихологию, уфологию и т.п. Она не признает эти концепции не потому, что не хочет, а потому, что не может, поскольку, по выражению Т.Гексли, "принимая что-нибудь на веру, наука совершает самоубийство". А никаких достоверных, точно установленных фактов в таких концепциях нет. Возможны случайные совпадения.

По поводу такого рода проблем Ф.Бэкон писал так: "И потому правильно ответил тот, который, когда ему показали выставленное в храме изображение спасшихся от кораблекрушения принесением обета и при этом добивались ответа, признает ли теперь он могущество богов, спросил в свою очередь: "А где изображение тех, кто погиб после того, как принес обет?" Таково основание почти всех суеверий - в астрологии, в повериях, в предсказаниях и тому подобном. Люди услаждающие себя подобного рода суетой, отмечают то событие, которое исполнилось, и без внимания проходят мимо того, которое обмануло, хотя последнее бывает гораздо чаще".

Важные черты облика современной науки связаны с тем, что сегодня она является профессией.

До недавнего времени наука была свободной деятельностью отдельных ученых. Она не была профессией и никак специально не финансировалась. Как правило, ученые обеспечивали свою жизнь за счет оплаты их

преподавательской работы в университетах. Однако сегодня ученый - это особая профессия. В XX веке появилось понятие "научный

Для развития науки характерны противостояние различных направлений. Новые идеи и теории утверждаются в напряженной борьбе. М.Планк сказал по этому поводу: "Обычно новые научные истины побеждают не так, что их противников убеждают и они признают свою неправоту, а большей частью так, что противники эти постепенно вымирают, а подрастающее поколение усваивают истину сразу".

Жизнь в науке - это постоянная борьба различных мнений, направлений, борьба за признание идей.

### **КРИТЕРИИ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ**

Каковы же критерии научного знания, его характерные признаки?

Одним из важных отличительных качеств научного знания является его систематизированность. Она является одним из критериев научности.

Но знание может быть систематизированным не только в науке. Кулинарная книга, телефонный справочник, дорожный атлас и т.д. и т.п. - везде знание классифицируется и систематизируется. Научная же систематизация специфична. Для нее свойственно стремление к полноте, непротиворечивости, четким основаниям систематизации. Научное знание как система имеет определенную структуру, элементами которой являются факты, законы, теории, картины мира. Отдельные научные дисциплины взаимосвязаны и взаимозависимы.

Стремление к обоснованности, доказательности знания является важным критерием научности.

Обоснование знания, приведение его в единую систему всегда было характерным для науки. Со стремлением к доказательности знания иногда связывают само возникновение науки. Применяются разные способы обоснования научного знания. Для обоснования эмпирического знания применяются многократные проверки, обращение к статистическим данным и т.п. При обосновании теоретических концепций проверяется их непротиворечивость, соответствие эмпирическим данным, возможность описывать и предсказывать явления.

В науке ценятся оригинальные, "сумасшедшие" идеи. Но ориентация на новации сочетается в ней со стремлением элиминировать из результатов научной деятельности все субъективное, связанное со спецификой самого ученого. В этом - одно из отличий науки от искусства. Если бы художник не создал своего творения, то его бы просто не было. Но если бы ученый, пусть даже великий, не создал теорию, то она все равно была бы создана, потому что представляет собой необходимый этап развития науки, является интересусубъективной.

### **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ**

Хотя научная деятельность специфична, в ней применяются приемы рассуждений, используемые людьми в других сферах деятельности, в обыденной жизни. Для любого вида человеческой деятельности характерны приемы рассуждений, которые применяются и в науке, а именно: индукция и

дедукция, анализ и синтез, абстрагирование и обобщение, идеализация, аналогия, описание, объяснение, предсказание, гипотеза, подтверждение, опровержение и пр.

Основными методами получения эмпирического знания в науке являются наблюдение и эксперимент.

Наблюдение - это такой метод получения эмпирического знания, при котором главное - не вносить при исследовании самим процессом наблюдения какие-либо изменения в изучаемую реальность.

В отличие от наблюдения, в рамках эксперимента изучаемое явление ставится в особые условия. Как писал Ф.Бэкон, "природа вещей лучше обнаруживает себя в состоянии искусственной стесненности, чем в естественной свободе".

Важно подчеркнуть, что эмпирическое исследование не может начаться без определенной теоретической установки. Хотя говорят, что факты - воздух ученого, тем не менее постижение реальности невозможно без теоретических построений. И.П.Павлов писал по этому поводу так: "...во всякий момент требуется известное общее представление о предмете, для того чтобы было на что цеплять факты..."

Задачи науки никак не сводятся к сбору фактического материала.

Сведение задач науки к сбору фактов означает, как выразился А.Пуанкаре, "полное непонимание истинного характера науки". Он же писал: "Ученый должен организовать факты. Наука слагается из фактов, как дом из кирпичей. И одно голое накопление фактов не составляет еще науки, точно так же как куча камней не составляет дома".

Научные теории не появляются как прямое обобщение эмпирических фактов. Как писал А.Эйнштейн, "никакой логический путь не ведет от наблюдений к основным принципам теории". Теории возникают в сложном взаимодействии теоретического мышления и эмпирии, в ходе разрешения чисто теоретических проблем, в процессе взаимодействия науки и культуры в целом.

В ходе построения теории ученые применяют различные способы теоретического мышления. Так, еще Галилей стал широко применять мысленные эксперименты в ходе построения теории. В ходе мысленного эксперимента теоретик как бы проигрывает возможные варианты поведения разработанных им идеализированных объектов. Математический эксперимент - это современная разновидность мысленного эксперимента, при котором возможные последствия варьирования условий в математической модели просчитываются на компьютерах.

При характеристике научной деятельности важно отметить, что в ее ходе ученые порой обращаются к философии.

Большое значение для ученых, особенно для теоретиков, имеет философское осмысление сложившихся познавательных традиций, рассмотрение изучаемой реальности в контексте картины мира.

Обращение к философии особенно актуально в переломные этапы развития науки. Великие научные достижения всегда были связаны с

выдвижением философских обобщений. Философия содействует эффективному описанию, объяснению, а также пониманию реальности изучаемой наукой.

Важные особенности научного знания отражает понятие "стиль научного мышления". М. Борн писал так: "... Я думаю, что существуют какие-то общие тенденции мысли, изменяющиеся очень медленно и образующие определенные философские периоды с характерными для них идеями во всех областях человеческой деятельности, в том числе и в науке. Паули в недавнем письме ко мне употребил выражение "стили": стили мышления - стили не только в искусстве, но и в науке. Принимая этот термин, я утверждаю, что стили бывают и у физической теории, и именно это обстоятельство придает своего рода устойчивость ее принципам".

Известный химик и философ М. Полани показал в конце 50-х годов нашего века, что предпосылки, на которые ученый опирается в своей работе, невозможно полностью вербализировать, т.е. выразить в языке. Полани писал: "То большое количество учебного времени, которое студенты-химики, биологи и медики посвящают практическим занятиям, свидетельствует о важной роли, которую в этих дисциплинах играет передача практических знаний и умений от учителя к ученику. Из сказанного можно сделать вывод, что в самом центре науки существуют области практического знания, которые через формулировки передать невозможно".

Знания такого типа Полани назвал неявными. Эти знания передаются не в виде текстов, а путем непосредственной демонстрации образцов.

Термин "менталитет" применяется для обозначения тех слоев духовной культуры, которые не выражены в виде явных знаний, но тем не менее существенно определяют лицо той или иной эпохи или народа. Но и любая наука имеет свой менталитет, отличающий ее от других областей научного знания, но тесно связанный с менталитетом эпохи.

Говоря о средствах научного познания, необходимо отметить, что важнейшим из них является язык науки.

Галилей утверждал, что книга Природы написана языком математики. Развитие физики полностью подтверждает эти слова Галилея. В других науках процесс математизации идет очень активно. Математика входит в ткань теоретических построений во всех науках.

Ход научного познания существенно зависит от развития используемых наукой средств. Использование подзорной трубы Галилеем, а потом - создание телескопов, радиотелескопов во многом определило развитие астрономии. Применение микроскопов, особенно электронных, сыграло огромную роль в развитии биологии. Без таких средств познания, как синхрофазотроны, невозможно развитие современной физики элементарных частиц. Применение компьютера революционизирует развитие науки.

Методы и средства, используемые в разных науках, не одинаковы.

Различия методов и средств, применяемых в разных науках, определяются и спецификой предметных областей, и уровнем развития науки. Однако в целом происходит постоянное взаимопроникновение

методов и средств различных наук. Аппарат математики применяется все шире. По выражению Ю.Винера, "невероятная эффективность математики" делает ее важным средством познания во всех науках. Однако вряд ли следует в будущем ожидать универсализации методов и средств, используемых в разных науках.

Методы, развитые в одной научной области, могут эффективно применяться в совсем другой области.

Один из источников новаций в науке - это перенос методов и подходов из одной научной области в другую. Например, вот что написал академик В.И.Вернадский о Л.Пастере, имея в виду его работы по проблеме самозарождения: "Пастер... выступал как химик, владевший экспериментальным методом, вошедший в новую для него область знания с новыми методами и приемами работы, увидевший в ней то, чего не видели в ней ранее ее изучавшие натуралисты-наблюдатели".

Говоря о специфике разных наук, можно отметить особенности философского знания. В целом философия не является наукой. Если в классической философской традиции философия трактовалась как особого рода наука, то современные мыслители часто развивают философские построения резко отграниченные от науки (это относится, например, к экзистенциалистам, неопозитивистам). Вместе с тем, в рамках философии всегда были и есть построения и исследования, которые могут претендовать на статус научных. М.Борн относит к таковым "исследование общих черт структуры мира и наших методов проникновения в эту структуру".

### **СТРУКТУРА НАУЧНОГО ЗНАНИЯ**

Особого рассмотрения заслуживает вопрос о структуре научного знания. В ней необходимо выделить три уровня: эмпирический, теоретический, философских оснований.

На эмпирическом уровне научного знания в результате непосредственного контакта с реальностью ученые получают знания об определенных событиях, выявляют свойства интересующих их объектов или процессов, фиксируют отношения, устанавливают эмпирические закономерности.

Для выяснения специфики теоретического познания важно подчеркнуть, что теория строится с явной направленностью на объяснение объективной реальности, но описывает непосредственно она не окружающую действительность, а идеальные объекты, которые в отличие от реальных объектов характеризуются не бесконечным, а вполне определенным числом свойств. Например, такие идеальные объекты, как материальные точки, с которыми имеет дело механика, обладают очень небольшим числом свойств, а именно, массой и возможностью находиться в пространстве и времени. Идеальный объект строится так, что он полностью интеллектуально контролируется.

Теоретический уровень научного знания расчленяется на две части: фундаментальные теории, в которых ученый имеет дело с наиболее

абстрактными идеальными объектами, и теории, описывающие конкретную область реальности на базе фундаментальных теорий.

Сила теории состоит в том, что она может развиваться как бы сама по себе, без прямого контакта с действительностью. Поскольку в теории мы имеем дело с интеллектуально контролируемым объектом, то теоретический объект можно, в принципе, описать как угодно детально и получить как угодно далекие следствия из исходных представлений. Если исходные абстракции верны, то и следствия из них будут верны.

Кроме эмпирического и теоретического в структуре научного знания можно выделить еще один уровень, содержащий общие представления о действительности и процессе познания - уровень философских предпосылок, философских оснований.

Например, известная дискуссия Бора и Эйнштейна по проблемам квантовой механики по сути велась именно на уровне философских оснований науки, поскольку обсуждалось, как соотнести аппарат квантовой механики с окружающим нас миром. Эйнштейн считал, что вероятностный характер предсказаний в квантовой механике обусловлен тем, что квантовая механика неполна, поскольку действительность полностью детерминистична. А Бор считал, что квантовая механика полна и отражает принципиально неустранимую вероятность, характерную для микромира.

Определенные идеи философского характера вплетены в ткань научного знания, воплощены в теориях.

Теория из аппарата описания и предсказания эмпирических данных превращается в знания тогда, когда все ее понятия получают онтологическую и гносеологическую интерпретацию.

Иногда философские основания науки ярко проявляются и становятся предметом острых дискуссий (например, в квантовой механике, теории относительности, теории эволюции, генетике и т.д.).

В то же время в науке существует много теорий, которые не вызывают споров по поводу их философских оснований, поскольку они базируются на философских представлениях, близких к общепринятым.

Необходимо отметить, что не только теоретическое, но и эмпирическое знание связано с определенными философскими представлениями.

На эмпирическом уровне знания существует определенная совокупность общих представлений о мире (о причинности, устойчивости событий и т.д.). Эти представления воспринимаются как очевидные и не выступают предметом специальных исследований. Тем не менее, они существуют, и рано или поздно меняются и на эмпирическом уровне.

Эмпирический и теоретический уровни научного знания органически связаны между собой. Теоретический уровень существует не сам по себе, а опирается на данные эмпирического уровня. Но существенно то, что и эмпирическое знание неотрывно от теоретических представлений; оно обязательно погружено в определенный теоретический контекст.

Осознание этого в методологии науки обострило вопрос о том, как же эмпирическое знание может быть критерием истинности теории?

Дело в том, что несмотря на теоретическую нагруженность, эмпирический уровень является более устойчивым, более прочным, чем теоретический. Это происходит потому, что эмпирический уровень знания погружается в такие теоретические представления, которые являются непроблематизируемыми. Эмпирией проверяется более высокий уровень теоретических построений, чем тот, что содержится в ней самой. Если бы было иначе, то получался бы логический круг, и тогда эмпирия ничего не проверяла бы в теории. Поскольку эмпирией проверяются теории другого уровня, постольку эксперимент выступает как критерий истинности теории.

При анализе структуры научного знания важно выяснить, какие теории входят в состав современной науки. А именно, входят ли в состав, например, современной физики такие теории, которые генетически связаны с современными концепциями, но созданы в прошлом? Так, механические явления сейчас описываются на базе квантовой механики. Входит ли в структуру современного физического знания классическая механика? Такие вопросы очень важны при анализе концепций современного естествознания.

Ответить на них можно исходя из представлений о том, что научная теория дает нам определенный срез действительности, но ни одна система абстракции не может охватить всего богатства действительности. Разные системы абстракции рассекают действительность в разных плоскостях. Это относится и к теориям, которые генетически связаны с современными концепциями, но созданы в прошлом. Их системы абстракций определенным образом соотносятся друг с другом, но не перекрывают друг друга. Так, по мнению В.Гейзенберга, в современной физике существует по крайней мере четыре фундаментальных замкнутых непротиворечивых теории: классическая механика, термодинамика, электродинамика, квантовая механика.

В истории науки наблюдается тенденция свести все естественнонаучное знание к единой теории, редуцировать к небольшому числу исходных фундаментальных принципов. В современной методологии науки осознана принципиальная нереализуемость такого сведения. Она связана с тем, что любая научная теория принципиально ограничена в своем интенсивном и экстенсивном развитии. Научная теория - это система определенных абстракций, при помощи которых раскрывается субординация существенных и несущественных в определенном отношении свойств действительности. В науке обязательно должны содержаться различные системы абстракций, которые не только нередуцируемы друг к другу, но рассекают действительность в разных плоскостях. Это относится и ко всему естествознанию, и к отдельным наукам - физике, химии, биологии и т.д. - которые нередуцируемы к одной теории. Одна теория не может охватить все многообразие способов познания, стилей мышления, существующих в современной науке.

### **НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ**

Ф.Бэкон считал, что разработал метод научных открытий, в основе которого - постепенное движение от частных фактов ко все большему



обобщениям. Он был уверен, что разработал метод открытия нового научного знания, которым может овладеть каждый. В основе этого метода открытия - индуктивное обобщение данных опыта. Бэкон писал: "Наш же путь открытия таков, что он немного оставляет остроте и силе дарования, но почти уравнивает их. Подобно тому, как для проведения прямой линии или описания совершенного круга много значат твердость, умелость и испытанность руки, если действовать только рукой, - мало или совсем ничего не значат, если пользоваться циркулем или линейкой. Так обстоит и с нашим методом".

Бэкон построил довольно изоцированную схему индуктивного метода, в которой учитываются случаи не только наличия изучаемого свойства, но и его различных степеней, а также отсутствия этого свойства в ситуациях, когда его проявление ожидалось.

Декарт считал, что метод получения нового знания опирается на интуицию и дедукцию.

"Эти два пути, - писал он, - являются самыми верными путями к знанию, и ум не должен допускать их больше - все другие надо отвергать как подозрительные и ведущие к заблуждению".

Декарт сформулировал 4 универсальные правила для руководства ума в поисках нового знания:

"Первое - никогда не принимать за истинное ничего, что я не признаю бы таким с очевидностью, то есть тщательно избегать поспешности и предубеждения включать в свои суждения только то, что представляется моему уму столь ясно и отчетливо, что никоим образом не сможет дать повод к сомнению.

Второе - делить каждую из рассматриваемых мною трудностей на столько частей, сколько потребуется, чтобы лучше их разрешить.

Третье - располагать свои мысли в определенном порядке, начиная с предметов простейших и легко познаваемых, и восходить мало-помалу, как по ступеням, до познания наиболее сложных, допуская существование порядка даже среди тех, которые в естественном ходе вещей не предшествуют друг другу.

И последнее - делать всюду перечни настолько полные и обзоры столь всеохватывающие, чтобы быть уверенным, что ничего не пропущено".

В современной методологии науки осознано, что индуктивные обобщения не могут осуществить скачок от эмпирии к теории.

Эйнштейн писал об этом так: "В настоящее время известно, что наука не может вырасти на основе одного только опыта и что при построении науки мы вынуждены прибегать к свободно создаваемым понятиям, пригодность которых можно а posteriori проверить опытным путем. Эти обстоятельства ускользали от предыдущих поколений, которым казалось, что теорию можно построить чисто индуктивно, не прибегая к свободному, творческому созданию понятий. Чем примитивнее состояние науки, тем легче исследователю создавать иллюзию по поводу того, что он будто бы является эмпириком. Еще в XIX в. Многие верили, что ньютоновский принцип -

"hypotheses non fingo" - должен служить фундаментом всякой здоровой естественной науки.

В последнее время перестройка всей системы теоретической физики в целом привела к тому, что признание умозрительного характера науки стало всеобщим достоянием".

При характеристике перехода от эмпирических данных к теории важно подчеркнуть, что чистый опыт, т.е. такой, который не определялся бы теоретическими представлениями, вообще не существует.

По этому поводу К.Поппер писал так: "Представление о том, что наука развивается от наблюдения к теории все еще широко распространено. Однако вера в то, что мы можем начать научные исследования не имея чего-то похожего на теорию, является абсурдной. Двадцать пять лет тому назад я пытался внушить эту мысль группе студентов-физиков в Вене, начав свою лекцию следующими словами: "Возьмите карандаш и бумагу, внимательно наблюдайте и описывайте ваши наблюдения!" Они спросили, конечно, что именно они должны наблюдать. Ясно, что простая инструкция "Наблюдайте!" является абсурдной ... Наблюдение всегда носит избирательный характер. Нужно избрать объект, определенную задачу, иметь некоторый интерес, точку зрения, проблему..."

Роль теории в развитии научного знания ярко проявляется в том, что фундаментальные теоретические результаты могут быть получены без непосредственного обращения к эмпирии.

Классический пример построения фундаментальной теории без непосредственного обращения к эмпирии - это создание Эйнштейном общей теории относительности. Частная теория относительности тоже была создана в результате рассмотрения теоретической проблемы (опыт Майкельсона не имел для Эйнштейна существенного значения).

Новые явления могут быть открыты в науке и путем эмпирических, и путем теоретических исследований. Классический пример открытия нового явления на уровне теории - это открытие позитрона П.Дираком.

Развитие современных научных теорий показывает, что их основные принципы не являются очевидными в декартовском смысле. В каком-то смысле ученый открывает исходные принципы теории интуитивно. Но эти принципы далеки от декартовской очевидности: и принципы геометрии Лобачевского, и основания квантовой механики, теории относительности, космологии Большого взрыва и т.д.

Попытки построения различного рода логик открытия прекратились еще в прошлом веке как полностью несостоятельные. Стало очевидным, что никакой логики открытия, никакого алгоритма открытий в принципе не существует.

## **МОДЕЛИ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ**

Немецкий философ и логик Рейхенбах написал о принципе индукции так: "Этот принцип определяет истинность научных теорий. Устранение его из науки означало бы ни более и не менее как лишение науки ее способности различать истинность и ложность ее теорий. Без него наука, очевидно, более

не имела бы права говорить об отличии своих теорий от причудливых и произвольных созданий поэтического ума".

Принцип индукции гласит, что универсальные высказывания науки основываются на индуктивных выводах. На этот принцип мы фактически ссылаемся, когда говорим, что истинность какого-то утверждения известна из опыта. Основной задачей методологии науки Рейхенбах считал разработку индуктивной логики.

В современной методологии науки осознано, что эмпирическими данными вообще невозможно установить истинность универсального обобщающего суждения.

Сколько бы не испытывался эмпирическими данными какой-либо закон, не существует гарантий, что не появятся новые наблюдения, которые будут ему противоречить. Карнап писал: "Никогда нельзя достигнуть полной верификации закона. Фактически мы вообще не должны говорить о "верификации", если под этим словом мы понимаем окончательное установление истинности, а только о подтверждении".

Р.Карнап так сформулировал свою программу: "Я согласен, что не может быть создана индуктивная машина, если цель машины состоит в изобретении новых теорий. Я верю, однако, что может быть построена индуктивная машина со значительно более скромной целью. Если даны некоторые наблюдения  $e$  и гипотеза  $h$  (в форме, скажем, предсказания или даже множества законов), то я уверен, что во многих случаях путем чисто механической процедуры возможно определить логическую вероятность, или степень подтверждения  $h$  на основе  $e$ ".

Если бы такая программа была реализована, то вместо того, чтобы говорить, что один закон обоснован хорошо, а другой - слабо, мы бы имели точные, количественные оценки степени их подтверждения. Хотя Карнап построил вероятностную логику простейших языков, его методологическую программу реализовать не удалось. Карнап своим упорством продемонстрировал бесперспективность этой программы.

Вообще установлено, что степень подтверждения фактами какой-то гипотезы не является решающей в процессе научного познания. Ф.Франк писал: "Наука похожа на детективный рассказ. Все факты подтверждают определенную гипотезу, но правильной оказывается в конце концов совершенно другая гипотеза". К.Поппер отметил: "Легко получить подтверждения, или верификации, почти для каждой теории, если мы ищем подтверждений".

Поскольку не существует никакой логики научного открытия, никаких методов, гарантирующих получение истинного научного знания, постольку научные утверждения представляют собой гипотезы (от греч. "предположение"), т.е. являются научными допущениями или предположениями, истинностное значение которых неопределенно.

Это положение составляет основу гипотетико-дедуктивной модели научного познания, разработанной в первой половине XX века. В соответствии с этой моделью, ученый выдвигает гипотетическое обобщение,

из него дедуктивно выводятся различного рода следствия, которые затем сопоставляются с эмпирическими данными.

К.Поппер обратил внимание на то, что при сопоставлении гипотез с эмпирическими данными процедуры подтверждения и опровержения имеют совершенно различный познавательный статус. Например, никакое количество наблюдаемых белых лебедей не является достаточным основанием для установления истинности утверждения "все лебеди белые". Но достаточно увидеть одного черного лебедя, чтобы признать это утверждение ложным. Эта асимметрия, как показывает Поппер, имеет решающее значение для понимания процесса научного познания.

К.Поппер развил представления о том, что непроверяемость теории представляет собой не ее достоинство, как часто думают, а ее порок. Он писал: "Теория не опровержимая никаким мыслимым событием, является ненаучной". Опроверяемость, фальсифицируемость выступает как критерий научности теории.

К.Поппер писал: "Каждая настоящая проверка теории является попыткой ее фальсифицировать, т.е. опровергнуть. Проверимость есть фальсифицируемость ... Подтверждающее свидетельство не должно приниматься в расчет за исключением тех случаев, когда оно является результатом подлинной проверки теории. Это означает, что его следует понимать как результат серьезной, но безуспешной попытки фальсифицировать теорию".

В модели научного познания, разработанной К.Поппером, все знание оказывается гипотетическим. Истина оказывается недостижимой не только на уровне теории, но даже и в эмпирическом знании из-за его теоретической нагруженности.

К.Поппер писал: "Наука не покоится на твердом фундаменте фактов. Жесткая структура ее теорий поднимается, так сказать, над болотом. Она подобна зданию, воздвигнутому на сваях. Эти сваи забиваются в болото, но не достигают никакого естественного или "данного" основания. Если же мы перестаем забивать сваи дальше, то вовсе не потому, что достигли твердой почвы. Мы останавливаемся просто тогда, когда убеждаемся, что сваи достаточно прочны и способны, по крайней мере некоторое время, выдержать тяжесть нашей структуры".

Карл Поппер остался последовательным сторонником эмпиризма. И признание теории, и отказ от нее в его модели полностью определяются опытом. Он писал: "До тех пор пока теория выдерживает самые строгие проверки, какие мы можем предложить, она признается; если она их не выдерживает, она отвергается. Однако теория ни в коем смысле не выводится из эмпирических свидетельств. Не существует ни психологической, ни логической индукции. Из эмпирических свидетельств может быть выведена только ложность теории, и этот вывод является чисто дедуктивным".

К.Поппер разработал концепцию "третьего мира" - "мира языка, предположений, теорий и рассуждений".

Он различает три мира: первый - реальность, существующая объективно, второй - состояние сознания и его активность, третий - "мир объективного содержания мышления, прежде всего, содержания научных идей, поэтических мыслей и произведений искусства".

Третий мир создается человеком, но результаты его деятельности начинают вести свою собственную жизнь. Третий мир - это "универсум объективного знания", он автономен от других миров.

Поппер писал: "С нашими теориями происходит то же, что и с нашими детьми: они имеют склонность становиться в значительной степени независимыми от своих родителей. С нашими теориями может случиться то же, что и с нашими детьми: мы можем приобрести от них большее количество знания, чем первоначально вложили в них".

Рост знания в "третьем мире" описывается Поппером следующей схемой  $P \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P$ , где  $P$  - исходная проблема,  $TT$  - теория, претендующая на решение проблемы,  $EE$  - оценка теории, ее критика и устранение ошибок,  $P$  - новая проблема.

"Вот каким образом, - пишет Поппер, - мы поднимаем себя за волосы из трясины нашего незнания, вот как мы бросаем веревку в воздух и затем карабкаемся по ней".

Критицизм оказывается важнейшим источником роста "третьего мира".

Заслуга Лакатоса в современной методологии науки состоит в том, что он четко подчеркнул устойчивость теории, исследовательской программы. Он писал: "Ни логическое доказательство противоречивости, ни вердикт ученых от экспериментально обнаруженной аномалии не могут одним ударом уничтожить исследовательскую программу". Главная ценность теории, программы - это способность пополнять знания, предсказывать новые факты. Противоречия и трудности в описании каких-либо явлений не влияют существенно на отношении ученых к теории, программе.

Многие научные теории встречались с противоречиями и трудностями в объяснении явлений. Например, Ньютон не мог на основании механики объяснить стабильность Солнечной системы и утверждал, что Бог исправляет отклонения в движении планет, вызванные различными возмущениями (эту проблему удалось решить Лапласу только в начале XIX века). Дарвин не мог объяснить так называемого "кошмара Дженкина". В геометрии Евклида на протяжении двух тысяч лет не удавалось решить проблему пятого постулата.

Такие трудности обычны в науке и не приводят к отказу ученых от теории, потому что вне теории ученый не в состоянии работать.

Ученый всегда может защитить теорию от несоответствия эмпирическим данным с помощью каких-либо ухищрений и гипотез. Это объясняет, почему всегда существуют альтернативные теории, исследовательские программы.

Главным источником развития науки является не взаимодействие теории и эмпирических данных, а конкуренция теорий, исследовательских программ в деле лучшего описания и объяснения наблюдаемых явлений, предсказания новых фактов.

Лакатос отметил, что можно "рационально придерживаться регрессирующей программы до тех пор, пока ее не обгонит конкурирующая программа и даже после этого". Всегда существует надежда на временность неудач. Однако представители регрессирующих теорий, программ неминусом будут сталкиваться со все возрастающими социальными, психологическими и экономическими проблемами.

### **НАУЧНЫЕ ТРАДИЦИИ**

Наука обычно представляется как сфера почти непрерывного творчества, постоянного стремления к новому. Однако в современной методологии науки четко осознано, что научная деятельность может быть традиционной.

Основателем учения о научных традициях является Т.Кун. Традиционная наука называется в его концепции "нормальной наукой", которая представляет собой "исследование, прочно опирающееся на одно или несколько прошлых достижений, которые в течение некоторого времени признаются определенным научным сообществом как основа для развития его дальнейшей практической деятельности".

Т.Кун показал, что традиция является не тормозом, а наоборот, необходимым условием быстрого накопления научных знаний. "Нормальная наука" развивается не вопреки традициям, а именно в силу своей традиционности. Традиция организует научное сообщество, порождает "индустрию" производства знаний.

Т.Кун пишет: "Под парадигмами я подразумеваю признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают модель постановки проблем и их решений научному сообществу".

Достаточно общепринятые теоретические концепции типа системы Коперника, механики Ньютона, кислородной теории Лавуазье, теории относительности Эйнштейна и т.п. определяют парадигмы научной деятельности. Познавательный потенциал, заложенный в таких концепциях, определяющих видение реальности и способов ее постижения, выявляется в периоды "нормальной науки", когда ученые в своих исследованиях не выходят за границы, определяемые парадигмой.

Т.Кун так описывает кризисные явления в развитии нормальной науки: "Увеличение конкурирующих вариантов, готовность опробовать что-либо еще, выражение явного недовольства, обращение за помощью к философии и обсуждение фундаментальных положений - все это симптомы перехода от нормального исследования к экстраординарному".

Кризисная ситуация в развитии "нормальной науки" разрешается тем, что возникает новая парадигма. Тем самым происходит научная революция, и вновь складываются условия для функционирования "нормальной науки".

Т.Кун пишет: "Решение отказаться от парадигмы всегда одновременно есть решение принять другую парадигму, а приговор, приводящий к такому решению, включает как сопоставление обеих парадигм с природой, так и сравнение парадигм друг с другом".

Переход от одной парадигмы к другой, по Куну, невозможен посредством логики и ссылок на опыт.

В некотором смысле защитники различных парадигм живут в разных мирах. По Куну, различные парадигмы несоизмеримы. Поэтому переход от одной парадигмы к другой должен осуществляться резко, как переключение, а не постепенно посредством логики.

### **НАУЧНЫЕ РЕВОЛЮЦИИ**

Научные революции обычно затрагивают мировоззренческие и методологические основания науки, нередко изменяя сам стиль мышления. Поэтому они по своей значимости могут выходить далеко за рамки той конкретной области, где они произошли. Поэтому можно говорить о частнонаучных и общенаучных революциях.

Возникновение квантовой механики - это яркий пример общенаучной революции, поскольку ее значение выходит далеко за пределы физики. Квантово-механические представления на уровне аналогий или метафор проникли в гуманитарное мышление. Эти представления посягают на нашу интуицию, здравый смысл, воздействуют на мировосприятие.

Дарвиновская революция по своему значению вышла далеко за пределы биологии. Она коренным образом изменила наши представления о месте человека в Природе. Она оказала сильное методологическое воздействие, повернув мышление ученых в сторону эволюционизма.

Новые методы исследования могут приводить к далеко идущим последствиям: к смене проблем, к смене стандартов научной работы, к появлению новых областей знаний. В этом случае их внедрение означает научную революцию.

Так, появление микроскопа в биологии означало научную революцию. Вся историю биологии можно разбить на два этапа, разделенные появлением и внедрением микроскопа. Целые фундаментальные разделы биологии - микробиология, цитология, гистология - обязаны своим развитием внедрению микроскопа.

Появление радиотелескопа означало революцию в астрономии. Академик Гинсбург пишет об этом так: "Астрономия после второй мировой войны вступила в период особенно блистательного развития, в период "второй астрономической революции" (первая такая революция связывается с именем Галилея, начавшего использовать телескопы) ... Содержание второй астрономической революции можно видеть в процессе превращения астрономии из оптической во всеволновую".

Иногда перед исследователем открывается новая область непознанного, мир новых объектов и явлений. Это может вызвать революционные изменения в ходе научного познания, как случилось, например, при открытии таких новых миров, как мир микроорганизмов и вирусов, мир атомов и молекул, мир электромагнитных явлений, мир элементарных частиц, при открытии явления гравитации, других галактик, мира кристаллов, явления радиоактивности и т.п.

Таким образом, в основе научной революции может быть обнаружение каких-то ранее неизвестных сфер или аспектов действительности.

### **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ**

Многие крупные открытия в науке совершаются на вполне определенной теоретической базе. Пример: открытие планеты Нептун Леверье и Адамсом путем исследования возмущений в движении планеты Уран на базе небесной механики.

Фундаментальные научные открытия отличаются от других тем, что они связаны не с дедукцией из существующих принципов, а с разработкой новых основополагающих принципов.

В истории науки выделяются фундаментальные научные открытия, связанные с созданием таких фундаментальных научных теорий и концепций, как геометрия Евклида, гелиоцентрическая система Коперника, классическая механика Ньютона, геометрия Лобачевского, генетика Менделя, теория эволюции Дарвина, теория относительности Эйнштейна, квантовая механика. Эти открытия изменили представление о действительности в целом, т.е. носили мировоззренческий характер.

В истории науки есть много фактов, когда фундаментальное научное открытие делалось независимо друг от друга несколькими учеными практически в одно время. Например, неевклидова геометрия была построена практически одновременно Лобачевским, Гауссом, Больяи; Дарвин обнародовал свои идеи об эволюции практически одновременно с Уоллесом; специальная теория относительности была разработана одновременно Эйнштейном и Пуанкаре.

Из того, что фундаментальные открытия делаются почти одновременно разными учеными, следует вывод об их исторической обусловленности.

Фундаментальные открытия всегда возникают в результате решения фундаментальных проблем, т.е. проблем, имеющих глубинный, мировоззренческий, а не частный характер.

Так, Коперник увидел, что два фундаментальных мировоззренческих принципа его времени - принцип движения небесных тел по кругам и принцип простоты природы не реализуются в астрономии; решение этой фундаментальной проблемы привело его к великому открытию.

Неевклидова геометрия была построена, когда проблема пятого постулата геометрии Евклида перестала быть частной проблемой геометрии и превратилась в фундаментальную проблему математики, ее оснований.

### **ИДЕАЛЫ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ**

В соответствии с классическими представлениями о науке она не должна содержать "никакой примеси заблуждений". Сейчас истинность не рассматривается как необходимый атрибут всех познавательных результатов, претендующих на научность. Она является центральным регулятивом научно-познавательной деятельности.

Для классических представлений о науке характерен постоянный поиск "начала познания", "надежного фундамента", на который могла бы опираться вся система научных знаний.

Однако в современной методологии науки развивается представление о гипотетическом характере научного знания, когда опыт не является больше фундаментом познания, а выполняет в основном критическую функцию.



На смену фундаменталистской обоснованности как ведущей ценности в классических представлениях о научном познании все больше выдвигается такая ценность, как эффективность в решении проблем.

В качестве эталонов на протяжении развития науки выступали разные области научного знания.

"Начала" Евклида долгое время были притягательным эталоном буквально во всех областях знания: в философии, физике, астрономии, медицине и др.

Однако сейчас хорошо осознаны границы значимости математики как эталона научности, которые, например, сформулированы так: "В строгом смысле доказательства возможны только в математике, и не потому, что математики умнее других, а потому, что сами создают вселенную для своих опытов, все же остальные вынуждены экспериментировать со Вселенной, созданной не ими".

Триумф механики в XVII-XIX веках привел к тому, что ее стали рассматривать как идеал, образец научности.

Эддингтон говорил, что когда физик стремился объяснить что-либо, "его ухо изо всех сил пыталось уловить шум машины. Человек, который сумел бы сконструировать гравитацию из зубчатых колес, был бы героем викторианского века".

Начиная с Нового времени физика утверждалась как эталонная наука. Если сначала в качестве эталона выступила механика, то потом - весь комплекс физического знания. Ориентация на физический идеал в химии была ярко выражена, например, П.Бертло, в биологии - М.Шлейденом. Г.Гельмгольц утверждал, что "конечная цель" всего естествознания - "раствориться в механике". Попытки построения "социальной механики", "социальной физики" и т.п. были многочисленны.

Физический идеал научного знания, безусловно доказал свою эвристичность, однако сегодня ясно, что реализация этого идеала часто тормозит развитие других наук - математики, биологии, социальных наук и др. Как отметил Н.К.Михайловский, абсолютизация физического идеала научности приводит к такой постановке общественных вопросов при "которой естествознание дает иудин поцелуй социологии", приводя к псевдообъективности.

В качестве образца научного знания иногда предлагаются гуманитарные науки. В центре внимания в этом случае - активная роль субъекта в познавательном процессе.

Однако гуманитарный идеал научного познания не может быть распространен на все науки. Помимо социокультурной обусловленности всякое научное познание, в том числе и гуманитарное, должно характеризоваться внутренней, предметной обусловленностью. Поэтому гуманитарный идеал не может быть реализован даже в своей предметной области, а тем более в естествознании.

Гуманитарный идеал научности иногда рассматривается как переходная ступень к некоторым новым представлениям о науке, выходящим за пределы классических.

Вообще, для классических представлений о науке характерно стремление выделить "эталон научности", к которому должны "подтянуться" все другие области познания.

Однако такие редуccionистские стремления критикуются в современной методологии науки, для которой характерна плюралистическая тенденция в истолковании науки, утверждение равноценности различных стандартов научности, их несводимость к какому-то одному стандарту.

Если в соответствии с классическими представлениями о науке ее выводы должны определяться только самой изучаемой реальностью, то для современной методологии науки характерно принятие и развитие тезиса о социально-культурной обусловленности научного познания.

Социальные (социально-экономические, культурно-исторические, мировоззренческие, социально-психологические) факторы развития науки не оказывают прямого влияния на научное знание, которое развивается по своей внутренней логике. Однако социальные факторы опосредованно влияют на развитие научного знания (через методологические регулятивы, принципы, стандарты).

Эта экстерналистская тенденция в современной методологии науки означает ее радикальный разрыв с классическими представлениями о науке.

### **ФУНКЦИИ НАУКИ**

В методологии науки выделяются такие функции науки, как описание, объяснение, предвидение, понимание.

При всем свойственном Контэ эмпиризме он не склонен был сводить науку к собранию единичных фактов. Предвидение он считал основной функцией науки.

О.Конт писал: "Истинное положительное мышление заключается преимущественно в способности знать, чтобы предвидеть, изучать то, что есть, и отсюда заключать о том, что должно произойти согласно общему положению о неизменности естественных законов".

Э.Мах единственной функцией науки объявил описание.

Он отмечал: "Дает ли описание все, что может требовать научный исследователь? Я думаю, что да!" Объяснение и предвидение Мах по сути сводил к описанию. Теории с его точки зрения - это как бы спрессованная эмпирия.

Э.Мах писал: "Быстрота, с которой расширяются наши познания благодаря теории, предают ей некоторое количественное преимущество перед простым наблюдением, тогда как качественно нет между ними никакой существенной разницы ни в отношении происхождения, ни в отношении конечного результата".

Атомно-молекулярную теорию Мах назвал "мифологией природы". Аналогичную позицию занимал и известный химик В.Оствальд. По этому поводу А.Эйнштейн писал: "Предубеждение этих ученых против атомной

теории можно, несомненно, отнести за счет их позитивистской философской установки. Это - интересный пример того, как философские предубеждения мешают правильной интерпретации фактов даже ученым со смелым мышлением и тонкой интуицией. Предрассудок, который сохранился до сих пор, заключается в убеждении, будто факты сами по себе, без свободного теоретического построения, могут и должны привести к научному познанию".

В. Дильтей разделял науки о природе и "науки о духе" (гуманитарные). Он считал, что основная познавательная функция наук о природе - объяснение, а "наук о духе" - понимание.

Однако науки о природе также выполняют функцию понимания.

Объяснение связано с пониманием, поскольку объяснение аргументированно демонстрирует нам осмысленность существования объекта, а значит, позволяет понять его.

### **Типы истинности, истина с точки зрения физического мира, понятие парадигмы в науке**

Что есть истина? Два типа истинности

Работа исследователя состоит в получении научного знания. Очевидно, человек должен знать, что, собственно, он получает. Поэтому тема нашей первой лекции - природа научного знания. Одна из задач научного познания состоит в умении отличать ложные высказывания от истинных. Следовательно, исследователь должен быть способен ясно объяснить (хотя бы самому себе), почему он считает некоторые высказывания истинными, а другие - ложными. Теория истинности нужна именно для того, чтобы дать ему эту возможность. Один философский словарь определял истину как "объективное знание". Что такое "объективное знание" оставалось невыясненным. Такого рода определения нас не интересуют. Мы решаем сегодня сугубо прикладную задачу - найти такое определение истины, которое позволило бы в каждом случае сказать "Рассматриваемое суждение - истинно (ложно)". Как ни странно, при ближайшем рассмотрении задача эта оказывается вовсе не простой.

Давайте рассмотрим следующие утверждения. Сумма углов треугольника равна 180 градусам. Волга впадает в Каспийское море. Оба эти высказывания истинны, но истинны несколько по-разному. Утверждение А доказывается путем логического вывода из аксиом геометрии Евклида при помощи принятых в математике логических принципов и является истинным именно и только в рамках геометрии Евклида. Вопрос о его соответствии физическому миру на этом уровне не ставится. В противоположность ему, утверждение В доказывается прямым наблюдением устья Волги на берегу Каспийского моря. Это высказывание истинно именно с точки зрения физического мира. Итак, первое, что мы должны усвоить, это то, что существует два типа истинности - истинность с точки зрения некоторой дедуктивной системы (например геометрии Евклида) и истинность с точки зрения физического мира. При этом может оказаться, что некоторое

высказывание истинно в данной дедуктивной системе, но ложно с точки зрения физического мира. Очевидно, в процессе познания мира человек научился наблюдать внешний мир и делать заключения об истинности суждений о нем раньше, чем стал создавать дедуктивные системы. Мы будем действовать в той же последовательности и рассмотрим в этой первой лекции проблему истинности с точки зрения физического мира.

Истинность с точки зрения физического мира Подчеркнем еще раз: для человека, занимающегося естественными науками, вопрос о теории истинности имеет чисто прикладное, и притом жизненно важное значение. Хотелось бы иметь определение истины, которое позволило бы о любых суждениях А и В однозначно сказать: "Суждение А - истинно, по определению.", "Суждение В - ложно, по определению". Такого, однако, (пока?) не создано. Приходится довольствоваться лучшим из существующего. Этим лучшим является, по-видимому, теория факта-верификатора. Прекрасное ее описание предложил Бертран Рассел в книге "Человеческое познание. Его сфера и границы": "Разница между истинным и ложным высказываниями подобна разнице между замужней женщиной и старой девой: в случае истинного высказывания имеется факт, к которому оно имеет определенное отношение, а в случае ложной - такого факта нет.". Таким образом, для установления истинности или ложности некоторого высказывания мы нуждаемся в описании некоторого факта; если высказывание ложно, это описание не относится ни к чему в физическом мире, если оно истинно - оно относится к некоторому реально наблюдаемому факту. Описание это, как правило, содержится, иногда в неявном виде, в самом анализируемом высказывании. Так, если я утверждаю: "Волга впадает в Черное море", я тем самым утверждаю: "На берегу Черного моря имеется устье большой реки, на своем протяжении обычно называемой "Волга"". После этого я могу обойти Черное море по берегу и не обнаружить ничего подобного. На этом основании я заключаю, что интересующее меня высказывание - ложно. С другой стороны, если бы утверждение гласило "Волга впадает в Каспийское море", то, обходя его, я действительно обнаружил бы описанный факт, и считал бы это утверждение истинным. Такой факт, существование которого делает высказывание истинным, Рассел назвал фактом-верификатором (от латинского *vera* - истина). Эта теория выглядит простой и логичной и прекрасно работает в элементарных случаях, подобных нашему примеру. В более сложных ситуациях она встречается с серьезными трудностями, которые мы обсудим чуть позже. Стоит заметить, что, кроме рабочего определения истинности, теория факта-верификатора использовалась еще для одной цели: предполагалось, что она позволяет установить, насколько содержательно некоторое высказывание о мире. В этом случае, содержательным высказыванием о мире называют такое высказывание, истинность или ложность которого может быть установлена путем наблюдения факта-верификатора или отсутствия такового. Так, утверждение "Идет дождь" является высказыванием о мире, поскольку я могу выглянуть в окно и увидеть падающие с неба капли (или не увидеть

таковых), а утверждение "Мир сотворен единым богом" высказыванием о мире в действительности не является, поскольку не существует описания такого факта-верификатора, который позволил бы проверить истинность этого высказывания. Такое использование принципа верификации, однако, сталкивается с серьезными трудностями и не является универсально принятым.

Существуют, однако, явно содержательные высказывания о мире, факты-верификаторы которых прямо не наблюдаемы. Прежде всего, это относится к высказываниям о прошлом. Рассмотрим суждение С "Наполеон в 1815 году некоторое время находился на острове Эльба". Очевидно, мы не имеем возможности попасть в указанный отрезок пространства-времени и непосредственно наблюдать Наполеона на о. Эльба. Все, что мы можем, это ознакомиться со свидетельствами современников, историческими документами и археологическими свидетельствами и прийти к выводу, что согласно историческим данным, суждение С истинно. Здесь, однако, вместо слова "наблюдать" появляются слова "прийти к выводу". Замена в действительности чрезвычайно важна. "Прийти к выводу" можно только располагая некоторыми правилами вывода и некоторыми исходными данными. Исходными данными в нашем примере являются исторические документы и археологические находки, а правилами вывода - принципы исторической науки и законы логики. Таким образом, в действительности наблюдать мы можем такие факты, как "Существует решение Венского конгресса (если я не ошибаюсь) о высылке Наполеона на о. Эльба"; "существует доклад капитана корабля о доставке Наполеона на о. Эльба"; "существует такое-то распоряжение Наполеона о благоустройстве о. Эльба" и т.д. Наконец, не существует никаких наблюдений о пребывании Наполеона в указанный период где-либо кроме о. Эльба. Каждое из этих высказываний является синтетическим, т.е. утверждает существование некоторого нового факта. Из этих высказываний, аналитическим путем, мы получаем высказывание С. При этом мы верим в С настолько, насколько мы верим в принципы исторической науки и в достоверность тех свидетельств, которыми располагаем. Поскольку принципы могут оказаться ошибочными, а свидетельства - недостоверными, то и высказывание С - ложным. Самое главное для нас, однако, это то, что высказывания о прошлом всегда аналитичны, они не утверждают новый факт, а являются логическими выводами из других фактов, предоставляемых археологией, палеонтологией, источниковедением и т.д. и их истинность, следовательно, является истинностью не только с точки зрения физического мира, но и с точки зрения дедуктивных систем; истинность утверждений о прошлом зависит от истинности принципов науки о прошлом. Всегда ли может непосредственно наблюдаться факт-верификатор суждения, относящегося к настоящему? Нет. В большинстве случаев это оказывается невозможным. Допустим, нас интересует, какие частицы испускаются при радиоактивном распаде трития. Чтобы ответить на этот вопрос, мы помещаем образец трития в камеру Вильсона в электромагнитном поле и фотографируем треки (следы)

пролетающих частиц. Мы видим, что они поворачивают в сторону положительного заряда, из чего делаем вывод, что частицы заряжены отрицательно, по кривизне пути мы рассчитываем отношение заряда к энергии, по степени ионизации пути мы оцениваем массу частицы. Анализ всех этих данных приводит нас к заключению: наблюдаемые частицы представляют собой электроны. Таким образом, для оценки фактов, полученных в эксперименте, мы должны верить в то, что треки в камере Вильсона оставлены ионизирующими частицами, что эти частицы отклоняются электрическим полем согласно закону Кулона, что вне действия сил они движутся прямолинейно и равномерно и т.д. Для интерпретации наблюдения мы привлекаем знание половины теоретической физики. Стало быть, утверждение, что тритий испускает бета-частицы, оказывается аналитическим, как и утверждение о Наполеоне в предыдущем примере и зависит от нашей веры в принципы и законы физики как науки. Более того, почти любой экспериментальный "факт" современной науки носит именно такой характер: в действительности его признание зависит от принятия принципов науки и ранее полученных данных.

Рассмотрим, наконец, более внимательно пример с утверждением "идет дождь". Казалось бы, здесь все ясно. Капли дождя наблюдаются прямо. Но что значит "наблюдаются прямо"? На самом деле, с каплями я не взаимодействую. На самом деле, ко мне на сетчатку попадают фотоны, отразившиеся от этих капель, они вызывают возбуждение фоточувствительных клеток сетчатки, оттуда возбуждение проводится в зрительные центры среднего мозга - и т.д., в результате чего в конце концов формируется восприятие капли. Но есть ли у меня гарантия, что фотоны отразились действительно от капли? Голографическое изображение, например, формирует картинку неотличимую от реального объекта. Есть ли гарантия, что восприятие капель пришло из внешнего мира, а не является моей галлюцинацией? Подобный анализ приводит нас к ошеломляющему выводу, что прямо наблюдаемых фактов вообще не бывает. Или, точнее, что прямо наблюдаемым является только наш чувственный опыт, но не воспринимаемые объекты внешнего мира. В существование объектов мы вынуждены попросту верить. (Вообще, данная проблема требует специального и очень сложного анализа, которым мы не можем здесь заниматься. Интересующегося читателя я отсылаю к уже упоминавшейся книге Рассела. Ее стоит прочитать. На мой взгляд, это один из наиболее глубоких и всесторонних, но вместе с тем очень ясных по своей мысли анализов проблемы научного познания, его путей, возможностей и ограничений). Итак, мне хотелось бы подчеркнуть, что чем более глубокому анализу мы подвергаем обычное понятие факта, тем меньше несомненного мы в нем находим. Мы показали, что нам не доступны факты, относящиеся непосредственно к суждениям о прошлом, что нам не доступны факты, относящиеся непосредственно к суждениям об объектах, прямое наблюдение которых невозможно и наконец мы показали, что нам недоступны непосредственно вообще никакие факты о внешнем мире, поскольку мы

отделены от него своими органами чувств и в действительности имеем дело только со своим чувственным опытом. Во всех этих случаях для суждения о внешнем мире нам приходится привлекать, кроме действительно наблюдаемых фактов, еще некоторый аппарат логических законов и заранее принятых представлений. В его минимальном виде, этот аппарат включает по крайней мере предположения, что объекты внешнего мира действительно существуют, что объекты внешнего мира имеют по крайней мере структурное сходство с нашим восприятием этих объектов, что корректны заключения, сделанные на основе принципов, которые Вы найдете в учебнике математической логики. Еще раз подчеркнем, эти положения являются предметом непроверяемой веры, а не знания, поскольку не могут быть верифицированы. В действительности этот аппарат заранее принятых предположений, которые мы будем называть парадигмой, обычно включает ряд дополнительных утверждений.

Парадигма в науке Дадим определение. Парадигмой некоторой науки мы будем называть ряд предположений, универсально принятых специалистами в данной науке и постоянно используемых при интерпретации наблюдаемых фактов. Всякая частная научная дисциплина принимает все положения, входящие в парадигму более общей дисциплины. Так, биология включает в себя положения общенаучной парадигмы, в которую входят, в частности, вышеприведенные "минимальные" суждения и добавляет к ним свое положение, что все процессы, протекающие в живых организмах, могут быть объяснены на основе законов физики и химии (или, иными словами, что все законы физики и химии выполняются в живых организмах). Нейробиология принимает все утверждения парадигмы биологии и добавляет собственное утверждение, что все процессы поведения и сознания могут быть объяснены с точки зрения процессов, протекающих в нейронных сетях центральной нервной системы. Это утверждение часто называют "центральной догмой нейробиологии". Не будет ошибкой сказать, что основная цель нашей школы как раз и состоит во введении ее участников в парадигму науки. В дальнейших лекциях мы будем вводить и обосновывать другие положения научной парадигмы. В ближайшее время нам следует установить, каково происхождение научной парадигмы, почему мы убеждены в ее ценности, какова ее структура и насколько она изменчива. Пока скажем в самом общем виде, что она сформировалась исторически, в борьбе с предшествовавшей ей религиозной парадигмой, и в процессе формирования доказала свою плодотворность и, следовательно, ценность. Парадигма имеет структуру дедуктивной системы и состоит из ряда утверждений, принятых без доказательств и ряда производных суждений, выведенных подобно теоремам. В отличие от чисто дедуктивных систем математики, однако, высказывания парадигмы науки принимаются только когда не противоречат наблюдаемым фактам и доказывают свою плодотворность.

В качестве примера аксиом парадигмы науки можно привести высказывания минимального набора, приведенные выше, в качестве примера ее "теоремы" - цитированную "центральную догму нейробиологии".

Действительно, мы считаем, что все процессы, протекающие в живых системах, могут быть объяснены с позиций физики и химии (см. выше). Процессы сознания и поведения свойственны живым организмам. Следовательно, они могут быть объяснены с точки зрения физики и химии. Физико-химические процессы, однако, протекают на некотором материальном субстрате. В организме таким субстратом может служить нейронная сеть головного мозга. Следовательно, процессы поведения и сознания могут быть объяснены через свойства нейронных сетей. Что и требовалось доказать.

Итак, мы видим, что центральное положение нейробиологии является выводом из центрального положения биологии. Таким образом, парадигма науки может рассматриваться как дедуктивная система. Выше мы показали, однако, что истинность с точки зрения дедуктивных систем отличается от истинности с точки зрения физического мира, в то же время если не все, то многие положения научной парадигмы являются высказываниями о внешнем мире и, следовательно, должны быть истинными как точки зрения дедуктивных систем, так и с точки зрения мира. Как взаимодействуют эти два вида истинности? Этот вопрос, наряду с проблемами истинности в дедуктивных системах, станет предметом рассмотрения в следующей лекции.

### **Истинность в дедуктивных системах, ее взаимосвязь с истинностью физического мира.**

"Чистые" дедуктивные системы

Мы будем называть "чистыми дедуктивными системами" такие системы, которые считаются самодостаточными и не претендуют на описание физического мира. Классическим примером "чистых дедуктивных систем" является чистая математика. В дедуктивных системах истинным считается суждение, которое может быть получено путем логического вывода из принятых аксиом и не противоречит ни одной из них. (Если суждение может быть выведено из одних аксиом и противоречит другим, это означает, что дедуктивная система "внутренне противоречива" и нуждается в пересмотре. В нормальных же обстоятельствах такая ситуация невозможна). Эта концепция истинности выглядит исключительно простой и совершенной, благодаря чему математика, и особенно геометрия, которая является чисто дедуктивной наукой, в течение многих столетий считались образцом строгости и стройности. А так как в течение длительного времени считалось также, что Евклидова геометрия описывает реальное физическое пространство, то она считалась едва ли не самым надежным источником знания о мире, ибо она не нуждалась в опытных данных, со всеми присущими им трудностями, о которых мы говорили в первой лекции, а полностью основывалась на разуме и незыблемой логике.

Увы, этот блаженный сон прервался. Первый удар грома прогремел в XIX веке когда венгерскому математику Бойаи и русскому Лобачевскому независимо друг от друга удалось показать, что отказ от постулата о параллельных прямых и введение противоречащего ему утверждения не



приводит к противоречию. (Напомним, что по Евклиду, через одну точку, не лежащую на данной прямой, можно провести одну и только одну прямую, не пересекающуюся с данной. Лобачевский и Бойаи приняли утверждение, что таких прямых может быть бесконечно много, но угол между ними и перпендикуляром, опущенным на данную прямую из данной точки, лежит в определенном диапазоне). Эта новая аксиома привела к весьма необычным, с точки зрения Евклидовой геометрии, выводам, но не привела к противоречию. Таким образом, наряду с геометрией Евклида, появилась еще одна, равноправная ей, геометрия, получившая название геометрии Лобачевского. При этом не было технически осуществимого способа определить, которая из них лучше описывает физическое пространство. (Чуть позже появилась еще и геометрия Римана - он ввел другую замену постулата о параллельных). Итак, вместо одной геометрии к концу XIX века было три, причем ни об одной нельзя было сказать, что она "правильнее" других. Но это было только начало, и с проблемой противоречивых геометрий математики справились, показав, что законы геометрии Лобачевского и Римана могут быть реализованы на некоторых поверхностях в Евклидовом пространстве. В XX веке математика столкнулась с более серьезными трудностями. Прежде всего, оказалось, что некоторые весьма важные для теории множеств, но далекие от очевидности, положения не могут быть доказаны или опровергнуты исходя из принятых аксиом, так что принятие их (в качестве дополнительных аксиом) или отказ от них, является делом вкуса каждого математика. Разработка возникших в связи с этим проблем привела к доказательству знаменитой теоремы Гёделя о неполноте. Эта теорема гласит, что во всякой дедуктивной системе имеются такие осмысленные высказывания, которые невозможно ни доказать, ни опровергнуть. (Примером может служить постулат о параллельных в геометрии Евклида). Очевидно, всякое такое суждение можно принять как новую аксиому или отвергнуть - но здесь есть две трудности. Во-первых, сначала необходимо доказать, что это высказывание действительно независимо от уже имеющихся аксиом - ведь то, что данный математик не может доказать утверждение еще не означает, что доказательства нет вообще. Великую теорему Ферма доказали спустя двести пятьдесят лет после того, как она была сформулирована. Во-вторых, неясно, как решить, следует ли принять такое недоказуемое положение или отвергнуть. Можно, конечно, ни делать ни того ни другого, а рассматривать все возможные варианты суждения и развивать параллельно все получающиеся при этом варианты математики, подобно тому, как изучают одновременно геометрии Евклида, Лобачевского и Римана. Однако в этом случае мы сталкиваемся с необходимостью изучать бесконечно большое количество разных математик. Поэтому в конечном счете оказывается необходимым попросту прийти к соглашению о том, какое из возможных суждений принять за истинное. (Впрочем, до сих пор математики далеки от согласия по многим весьма важным вопросам).

Итак, принимая во внимание теорему Гёделя о неполноте, приходится признать, что в чистых дедуктивных системах вопрос об истинности высказывания нередко приходится решать произвольно, по соглашению. Этим доказывается невозможность полного постижения мира при помощи чистого разума. Доказано так же, что может существовать бесконечно много внутренне непротиворечивых логических систем, описывающих физический мир. Поскольку, однако, мир един, то с точки зрения мира истинной может быть только одна из них. "Прикладные" дедуктивные системы, описывающие физический мир. До сих пор мы рассматривали дедуктивные системы "сами по себе", игнорируя существование внешнего мира. В большинстве случаев, однако, дедукция используется для систематического описания мира. Хорошим примером такой "прикладной" дедуктивной системы может служить теоретическая физика. Такие прикладные дедуктивные системы в дальнейшем мы будем называть теориями. В предыдущей лекции мы убедились, что в большинстве случаев невозможно определить истинность суждения о мире исходя исключительно из наблюдений и в их интерпретации всегда присутствует некоторый элемент теории. В предыдущем разделе этой лекции мы показали, что дедукция сама по себе тоже не в состоянии снабдить нас абсолютным критерием истины. Можем ли мы вообще в таком случае установить истинность или ложность того или иного суждения о мире? Далее, всякое высказывание о мире, как мы договорились в предыдущей лекции, должно быть истинно "по факту-верификатору", однако, если всякое высказывание о мире оказывается еще и элементом дедуктивной системы, то оно должно быть истинно одновременно и "по дедукции", но эти два типа истинности устанавливаются совершенно по-разному, при чем ни тот, ни другой критерий не являются абсолютно надежными. Какой тип истинности следует предпочесть, если суждение оказывается истинным по дедукции, но ложным по факту, или наоборот? Для простоты предположим на минуту, что истинность по факту устанавливается с абсолютной несомненностью. Тогда, если теория призвана описывать реальный мир, то отказаться от истинности по факту мы не можем. С другой стороны, если мы станем считать истинными суждения, которые противоречат постулатам нашей теории, то она окажется внутренне противоречивой и перестанет выполнять свои функции. Следовательно, всякое суждение непременно должно быть истинным как по факту, так и по дедукции. В таком случае, если некоторое высказывание оказывается истинным по факту и ложным по дедукции, то постулаты теории должны быть пересмотрены таким образом, чтобы по дедукции это суждение оказалось так же истинным.

Всегда ли ученые на практике следуют этому принципу? Прежде чем ответить на этот вопрос, мы должны обсудить весьма тонкую логическую проблему. Итак, мы сказали, что противоречие истинности по факту и истинности по дедукции требуют пересмотра теории. Но ранее мы говорили, что на самом деле мы никогда не наблюдаем фактов внешнего мира прямо; в действительности, в наших суждениях о факте важную роль играет текущая

парадигма науки и поэтому никогда нельзя сказать, является ли истинным или ложным отдельно взятое высказывание о мире. Но зато существует возможность сказать, удастся ли нам построить внутренне непротиворечивую картину, объединяющую наблюдения и дедуктивную систему, построенную на основании текущей парадигмы и наблюдений. Следовательно, истина в науке никогда не бывает абсолютной и окончательной. Мы попросту принимаем в качестве постулатов некоторый набор высказываний и используем их как аксиомы теории до тех пор, пока они позволяют успешно согласовывать логические выводы и экспериментальные наблюдения, а так же позволяют строить успешные прогнозы новых наблюдений. Вот пока все это происходит, говорят, что теория "работает" и пользуются ей. Если же начинают нарастать противоречия между наблюдениями и предсказаниями теории, ее отбрасывают как ложную, при этом многие факты получают совершенно иное истолкование. Если же учесть теорему Геделя, то можно быть уверенным в том, что такой процесс уточнения и пересмотра теории будет продолжаться бесконечно. (Как ученый, я должен здесь вздохнуть с облегчением. До истечения вечности без работы я не останусь). Итак, мы видим, что научное знание в действительности представляет собой некоторую модель действительности. Поскольку эта модель ведет себя так же как оригинал и позволяет предсказывать его поведение, постольку ее принимают. Если поведение модели перестает описывать поведение мира, ее без сожаления, или с сожалением, но отбрасывают. Единственное, в чем мы можем быть уверены, это в том, что наши представления о мире в каждый момент не свободны от ошибок, и мы можем надеяться, что каждая последующая модель будет верно описывать больший круг явлений, чем предыдущая. Больший, но не все явления. Далее, если знание представляет собой модель, более или менее верно описывающую некоторый круг явлений, то мы вынуждены признать, что наша задача сводится всего лишь описанию мира, а не к пониманию его или божественного замысла его сотворения. Здесь я не могу отказать себе в удовольствии процитировать фрагмент из романа Ст. Лема "Фиаско": "...с подобными трудностями столкнулись его коллеги по профессии (Физики - В.Н.), когда решили припереть материю к стенке, чтобы она призналась, является ли ее природа волновой или дискретной. Материя оказалась, увы, коварной: она зловредно запутала результаты экспериментов, в ходе которых выяснилось, что она может быть и такой, и такой, а под перекрестным огнем дальнейших исследований окончательно сбита их с толку, ибо чем больше о ней узнавали, тем меньше это вязалось не только со здравым смыслом, но и с логикой. Наконец они вынуждены были согласиться с ее признаниями: частицы могут быть волнами, волны - частицами; абсолютный вакуум не является абсолютным вакуумом, потому что в нем полно виртуальных частиц, которые делают вид, что их нет; энергия может быть отрицательной, и, таким образом, энергии может быть меньше, чем ничего; мезоны в пределах гейзенберговской неопределенности проделывают обманные

трюки, нарушая священные законы сохранения, но так быстро, что никто их на этом мошенничестве не может поймать. Все дело в том что на вопросы о своей "окончательной сущности" мир отказывается давать "окончательные" ответы. И хотя уже можно действовать гравитацией как дубинкой, никто по прежнему не знает, "какова сущность" гравитации".

Первый, и главный - на окончательные вопросы о своей сущности мир отказывается давать окончательные ответы. Мы можем строить модели и, на основании этих моделей, делать свои дубинки - термоядерные сейчас, гравитационные, может быть, позже. Но мы вынуждены расстаться с мечтой о понимании. И второе - чем больше мы узнавали о материи, тем меньше это вязалось с логикой. Дело, помимо прочего, в том, что язык, на основе которого построена человеческая логика, формировался как отражение человеческого же опыта. В этом опыте есть волны и есть частицы, но кто сказал, что эти понятия должны иметь тот же смысл за пределами нашего ограниченного опыта? Структура человеческого языка более или менее совпадает со структурой мира тех размеров, давлений и температур, при которых живет человек. поэтому человеческий язык прекрасно справляется с описанием объектов этого человеческого опыта. Но при выходе за их пределы язык дает сбой, ибо то, что мы называем волной в микромире имеет не так уж много общего с кругами, расходящимися по воде после падения камня, да и элементарная частица, это не тот твердый шарик, который мы представляем при произнесении этого слова. Слова обычного языка имеют для нас смысл, когда мы можем представить себе объекты, этими словами обозначаемые. Не так дело обстоит в современной науке. Мы не можем представить себе такие объекты, как электроны, или, тем более, виртуальные частицы. Все, что мы можем сделать, это ввести такие символы и определить для них определенные отношения, создав этими средствами некоторую модель. Но поскольку при этом мы неизбежно берем с собой структуру нашего языка и сознания, а они, как мы договорились, мало пригодны для функционирования в микромире, то мы можем быть уверены, что структура нашей модели будет отличаться от структуры реального мира. Поэтому модель неизбежно будет не вполне адекватной, что опять-таки гарантирует бесконечность познания.

Подведем итоги. По своей структуре наука является дедуктивной системой, поэтому истинными в ней являются высказывания, не противоречащие принятым в данный момент аксиомам. В то же время, наука имеет дело с внешним миром, поэтому истинными в ней являются высказывания, соответствующие некоторым фактам-верификаторам. Природа истины оказывается двойственной, так что высказывание должно удовлетворять обоим критериям сразу и только в таком случае будет признано истинным. Однако, может существовать много альтернативных дедуктивных систем, удовлетворительно описывающих наблюдаемые факты, а с другой стороны наблюдения никогда не являются прямыми и следовательно высказывания о фактах никогда не являются вполне достоверными. Поэтому, ни тот ни другой критерий не являются

абсолютными. Это означает, что в каждый момент времени наука развивает некоторую модель, адекватно описывающую большинство уже известных фактов. (Если бы факты были абсолютно достоверными, как обычно считают, я написал бы "все известные факты". Но в действительности один факт, противоречащий теории, редко ведет к ее крушению. Хотя случается - это уж смотря какой факт. Майкельсон и Морли угробили неподвижный эфир с помощью единственного эксперимента). На этом этапе в факты, противоречащие теории, не верят, считая, что их интерпретация может быть не верна - мы ведь говорили, что на самом деле в суждении о факте всегда присутствует, хотя бы неявно, текущая парадигма науки. Если, однако, количество противоречий между наблюдениями и теорией нарастает, теорию отбрасывают как ложную. Таким образом, вполне уверенно можно говорить только о ложности целой теории, истинность же или ложность отдельного суждения принимают на основании существующей парадигмы науки. Истинность теории, в свою очередь, никогда не бывает доказана. Как остроумно заметил Артур Кларк (если я не путаю), "наука может только отличать бесспорные заблуждения от того, что может и не быть заблуждением". Однако, опираясь на то, что может и не быть заблуждением, нам удастся недурно описывать и предсказывать поведение мира, что и позволило человечеству достичь его нынешнего могущества. Таковы вкратце основные итоги наших первых бесед.

### **Системный подход**

Системный подход - есть междисциплинарное научное направление, изучающее объекты любой физической природы как системы. Это - методология познания частей на основании целого и целостности в отличие от классического подхода, ориентированного на познание целого через части. В первую очередь классической методологии придерживаются сегодня практически все естественные науки. Тогда как органиченность классической методологии - от части к целому - ведет к серьезным проблемам в дальнейшем развитии этих наук.

Главная концепция системного подхода состоит в следующем: изучение (познание - анализ) некоторой системы необходимо проводить не только, изучая его части, а и в "обратном" направлении, - определив основные свойства системы как ЦЕЛОГО, интерпретировать функционирование и развитие ее частей (подсистем) с точки зрения системы в целом. Так мыслить осознанно много сложнее, так как непривычнее. Поэтому "научиться" системному подходу можно, только кардинально перестроив свое мышление, которое обязано рассматривать систему сразу и одновременно во всем комплексе проблем и на всех уровнях организации, в том числе - с учетом анализа организации внешней для системы среды.

Системный подход, как и любая другая научная методология опирается на эксперимент и ориентирована на выявление закономерностей, непосредственно следующих из наблюдений и экспериментов. Эксперименты ставятся на основе принятой исследователем теоретической концепции, исходя из целей и задач исследователя, поэтому они заведомо

носят прагматический и ситуационный характер (однако, этот взгляд объективен). На основании выявленных факторов и закономерностей создается модель объекта, СРЕДЫ, и ситуации. В дальнейшем исследователь имеет дело с моделью. Модель заменяет ему теорию, модель ориентирована на потребности исследователя и становится источником последующих выводов, домыслов и гипотез.

Системный подход - междисциплинарное научное направление, исследующее объекты нашего мира любой физической природы как системы. Поэтому важным является хотя бы на качественном уровне познакомиться с тем, что такое <система>.

Что такое система?

Определений системы много. Но наиболее правильным на сегодня можно считать следующее: Система представляет из себя совокупность целостных элементов, находящихся между собой в связях и отношениях и образующих новое качественное единство. Крайне важными являются последние слова, которые говорят о том, что система - это не множество элементов, а целостность, и что свойства системы в целом не сводимы к сумме свойств составляющих ее элементов.

В других материалах мы рассмотрим понятие <система> подробнее, а пока воспользуемся легким ее представлением, данным в книге Д.С.Конторова <Внимание - системотехника!> (М.: Радио и связь, 1993).

"Современное представление о том, что такое система, развивается, хотя до завершения этих поисков еще далеко. Можно перечислить некоторые положения, имеющие отношение к системам:

- система упорядочена и состоит из взаимосвязанных частей;
- каждая часть тоже может быть системой ("подсистемой") и выполнять определенные функции в системе;
- изъятие любой части из системы делает ее другой, непохожей на исходную;
- части системы могут быть одинаковыми или различными;
- часть внутри системы - это одно, вне системы - уже другое: изъятие из системы и перенос в другую систему изменяет свойства части. Покинув систему, часть ее попадает в окружающую среду, которая - тоже система, со своими ограничивающими свойствами;
- система навязывает каждой из своих частей определенные функции и ограничивает свойства так, что проявляются только те, которые нужны системе. "Вредные" свойства частей подавляются. Все это осуществляется при помощи внутренних связей;
- делить на части (членить) систему можно различным образом.

Любая система образует целостность. Наука - это целое. Природа - целое. Организм - целое. Язык - целое. И все мироздание - целое. Найти, выявить, понять систему в сложном переплетении предметов, понятий, представлений и процессов - значит обнаружить ее целостность. Только в целостности возможен свой, особенный, уникальный порядок. Конечно, целое - это не то, что "без трещин", и не то, что "все вместе".

Целостность - особое системное свойство, позволяющее выделить систему и все к ней принадлежащее из остального мира, свойство, которого не имеет ни одна часть системы при любом способе членения. В этом свойстве - уникальность системы.

Молекула воды состоит из атома кислорода и двух атомов водорода. Каждый атом состоит из более мелких компонентов - протонов, нейтронов, электронов. Мы предполагаем, и не без оснований, что эти элементы сложны и имеют свой состав. Но ни один из них не имеет свойств воды. Совокупность молекул воды образует водяной пар, жидкую воду (которая может иметь различную структуру, так как состоит из агломератов - от нескольких до нескольких тысяч молекул) и ряд видов льда.

Один и тот же объект можно сегодня рассматривать как систему, а завтра игнорировать "системность", ориентируясь только на внешние свойства. Последнее, правда, опасно: несистемное восприятие ограничено, примитивно и чревато непредсказуемыми последствиями. К сожалению. Это не часто находит понимание. Обычно несистемное отношение к чему-либо связано с недоучетом свойств, связей, возможностей - явных и скрытых.

Итак, мы установили:

- система - это упорядоченность;
- система - это то, что состоит из взаимосвязанных частей;
- система - это то, что обладает целостностью, - т.е. системным свойством, которым не обладает ни одна ее часть при любом способе членения.

На первый взгляд - все просто и ясно. Но только на первый. Углубление в проблему приводит к непредвиденным затруднениям и - открытиям. Что значит "упорядочить"? Это значит согласовать несогласуемое. Чтобы сделать это "удачно", "хорошо", может быть лучше всего сказать "красиво" - в толковании великого католического мыслителя Фомы Аквинского, - требуется немало потрудиться. Фома говорил, что красоту определяют три свойства: *claritas*, *integritas* и *consonantia* (ясность, цельность, согласованность). Это именно те свойства, которые характеризуют упорядоченность. Проблема: существуют ли некие общие законы познания порядка и законы упорядочения? Система состоит из чего-то, что мы назвали частями (компонентами, элементами). Но что значит "состоит"? При внимательном рассмотрении этот общепринятый термин отнюдь не прост и однозначен. Система обладает системным свойством - как определить это свойство (или свойства), как оно образуется, каким законам подчинено? Система соотносится с нами (с пользователем, исследователем, наблюдателем). Выходит, мы становимся частью системы в соответствии со своими потребностями, пристрастиями и произволом?

### **Составные части системы**

Из чего состоит куча мошек?

Один ответ: куча мошек состоит из мошек.

Другой ответ: куча мошек состоит из куч мошек.

Какой из ответов более правильный?

Вся стая перемещается в пространстве значительно медленнее, чем двигается отдельное насекомое. Но стая перемещается дружно, вся целиком, только слегка изменяя внешнюю конфигурацию. Ни солдатам, ни самолетам, ни кораблям недоступна такая слаженность - ведь особей в стае десятки тысяч, если не сотни. К тому же каждое насекомое двигается внутри стаи быстро и вполне свободно по замысловатым траекториям, меняясь местами, переходя из периферии в глубину и наоборот. А вместе маневрируют "все вдруг", в трех измерениях и с завидной точностью - как по команде. Представим, что нужно управлять дивизией пехотинцев (10000 человек), разбросанных на площади один - два квадратных километра, при этом каждый солдат мечется куда попало невообразимыми путями... И дивизией нужно направлять - вправо, влево, вперед (а где он, "перед"?). Никакие команды, никакая техника, никакая дисциплина не помогут - необходим строй. А насекомые обходятся без строя и не просто мечутся в пространстве, а целенаправленно ищут добычу (в период размножения самкам необходима кровь - белок).

Как это происходит, неизвестно, известно то, чего нет:

- стаи насекомых слабо подвержены влиянию воздушных течений;
- нет "главной мошки" или "главного комара";
- с помощью физических приборов не удалось обнаружить сигналов, согласующих движение;
- между траекториями особей и стаи нет явной связи;
- траектория стаи не закономерна.

Оканчивая размышления о стае мошек, ведущей себя как единый организм, заметим, что эта стая и есть система, обладающая новым качественным единством частей. Как связаны мошки в стае, чтобы она могла резко поворачивать "вся разом", - единым ли полем или чем-либо еще, - вопрос особый, но такое образование уже можно назвать системой (хотя и достаточно простой по поведению).

С самого зарождения науки ученые постоянно стремились свести более сложные явления к более простым и построить общую картину мира, основанную на небольшом количестве простых исходных принципов.

Эта тенденция реализовывалась буквально во всех отдельных областях науки и в научном познании в целом.

Еще в античности, как известно,

- Пифагор полагал, что мир представляет собой гармонию чисел;
- Демокрит видел мироздание как движение атомов в пустоте;
- Аристотелю мир представлялся подобным организму.

Попытки построения целостных картин мира, основанных на небольшом количестве исходных принципов, энергично осуществлялись в науке всегда.

С XVII по XIX вв. огромное большинство ученых вдохновлялось идеалом механической картины мира, согласно которой все явления неживой природы происходят в ньютоновских пространстве и времени и



представляют собой результат действующих с необходимостью сил, приложенных к некоторым элементарным объектам.

Трудности построения такой картины мира, с которыми столкнулась физика в начале XX в., привели, как известно, к попыткам:

— с одной стороны, построения единой физической картины мира на базе электродинамики,

— с другой стороны, построения универсальной вероятностной физической картины мира.

Сегодня ученые стремятся построить единую физическую картину мира, в фундаменте которой лежат:

— синтез релятивистских и квантовых идей;

— идеи возможности построения единой теории всех фундаментальных взаимодействий.

Аналогичные построения осуществлялись и в других науках на всем протяжении их развития вплоть до нашего времени.

В XX в. мы видим, что:

— математики стремятся построить все их колоссально разросшееся здание на единой основе теории множеств;

— биологи огромные усилия тратят на то, чтобы построить целостную теоретическую биологию, основные принципы которой предполагают выявить в исследованиях современной молекулярной биологии, генетике, синтетической теории эволюции.

### **Эффективность использования редукционизма**

Следует обратить внимание на то, что на этом пути были достигнуты выдающиеся успехи в науке и, следовательно, редукционистская программа, безусловно, была чрезвычайно эффективной как методологическая установка.

На базе механистической картины мира удалось с единой точки зрения описать процессы, происходящие как на Земле, так и на небе, поведение как твердых тел, так и жидких, и газообразных.

Электромагнитная картина мира позволила установить единую природу электрических и магнитных процессов, описать многие важные аспекты поведения не только макроскопических, но и микроскопических объектов

В рамках статистической картины мира были разработаны универсальные схемы описания поведения сложных макроскопических систем самой различной природы, а с другой стороны, она позволила установить определенные черты единства между поведением макроскопических объектов и микрообъектов.

Несомненно, огромные успехи были достигнуты на этом пути в физике элементарных частиц. Здесь удалось существенно продвинуться в выявлении единства фундаментальных физических взаимодействий, что сопровождалось грандиозным синтезом физики элементарных частиц и космологии.

Значительные достижения редукционизма можно отметить в любой области науки, любой научной дисциплине.

Вместе с тем, нельзя не обратить внимание и на то, что все имевшие место в прошлом конкретные редукционистские программы встречались с препятствиями, непреодолимыми трудностями, которые влекли за собой радикальные их преобразования.

С позиций глобального редукционизма эту ситуацию можно было бы описать как замену плохой, неполноценной программы лучшей, более совершенной. С этой точки зрения развитие науки, вообще говоря, можно было бы представить как осуществляющееся на пути от относительной к абсолютной истине в форме постоянных смен менее совершенных все более и более совершенными редукционистскими программами.

В рамках этой позиции антиредукционистские научные построения, как правило, феноменологического характера, рассматриваются как временные явления, которые, несомненно, будут ассимилированы той или иной редукционистской программой, если не сегодня, то завтра, и если не настоящей, то какой-либо иной, более общей и фундаментальной, чем применяемые ныне.

Прежде чем оценивать статус этой чрезвычайно важной и плодотворной научной и методологической установки, ее возможности и границы, хотелось бы обратить внимание еще на один, очень существенный аспект редукционизма в науке, который часто остается в тени.

Обычно редукционизм обосновывается устройством самой действительности, но он связан не только с тем, что наука отображает, но и с тем, как она это делает.

Специфика научного познания заключается, в частности, в том, что оно в конечном итоге представляет собой совокупность различных познавательных процедур и способов организации подученного знания, которые, несомненно, носят интегрирующий характер.

Эта интеграция, реализуемая в науке, проявляется в общем в том, что бесконечное многообразие реальных явлений, существующих в их индивидуальности, неповторимости, вполне успешно описывается довольно жестким и конечным языком науки.

Поэтому, если понимать под редукционизмом сведение сложного к более простому, то процедуры редукционизма, несомненно, соответствуют самой сущности научного познания.

— Так, даже самое простейшее элементарное образование науки — научный факт — представляет собой отнюдь не отображение индивидуального, неповторимого, во всех деталях реализующегося реального события, а оказывается представлением целого класса явлений, объединенных на основе некоторого уровня абстракции.

— В эмпирической закономерности мы видим еще большее обобщение действительности. В ней в единое целое увязываются различные группы фактов.

— И, наконец, в теориях мы видим систематизацию огромного многообразия закономерностей. Здесь они получают единое истолкование на основе небольшого числа исходных принципов.

Таким образом, во всех формах организации научного знания осуществляется обобщенное описание действительности, на основе которого раскрывается все более глубоко сущность явлений и тем самым реализуется поэтапная редукция в направлении от малообобщенных ко все более обобщенным формам организации научного знания.

Если говорить о редукционизме в этом смысле, то и здесь Приходится считаться как с фактом с тем обстоятельством, что, хотя в научном познании и происходит постоянное движение ко все большей обобщенности знания, вместе с тем, мы сейчас имеем огромное многообразие различных областей науки и ни в одной области науки это не привело к устранению многообразия научных теорий и их редукции к одной теоретической схеме.

Рассматривая особенности научного познания с точки зрения реализации в нем программы редукционизма, мы не можем также не учитывать и того очевидного факта, что сегодня наука представляет собой колоссальное многообразие различных методов познания и значительного количества методологических исследовательских программ.

Если говорить о последних, то даже в пределах физики мы видим, что, с одной стороны, в ней применяются детерминистские описания, с другой — вероятностные. В одних случаях дается траекторное описание поведения объекта, в других же случаях описывается лишь связь начальных и конечных состояний системы, разделенных определенным промежутком времени. В ней дается феноменологическое описание поведения системы в целом и осуществляется стремление понять свойства сложной системы как результат поведения составляющих ее элементов.

И, конечно, такого рода методологическими программами не исчерпывается научное познание в физике, а тем более, реализуемое в других областях науки, в которых изучаются многообразные проявления жизни, деятельности человека, развития общества, его материальной и духовной культуры.

### **Обоснование редукционизма**

При онтологическом обосновании редукционизма можно выделить, в сущности, две его важные предпосылки, которые отображают реальные свойства действительности:

— первая заключается в том, что свойства любого сложного образования, закономерности его функционирования полностью определяются закономерностями составляющих его частей;

— вторая предпосылка является результатом обобщения того, сейчас очевидного, факта, что все существующее в мире является результатом эволюции от простого к сложному. И это касается не только социальных процессов и различных проявлений жизни, но, в свете данных современной

космологии, имеет отношение к любым объектам и процессам неживой природы.

Если рассматривать основания редукционизма, заключенные в самом процессе научного познания, то и здесь мы видим аналогичного рода предпосылки.

— Научное знание на любом этапе своего развития характеризуется определенной структурой. Оно организовано таким образом, что в основе его лежат некоторые фундаментальные теории.

— В то же время в процессе развития науки (хотя научное знание постоянно перестраивается) степень его единства увеличивается, усиливаются взаимосвязи между различными областями науки, и на основе развития фундаментального знания появляются все большие возможности синтеза знаний, получаемых как в пределах отдельных наук, так и в науке в целом, которая все в большей степени проявляет свое единство.

Эти обоснования редукционизма кажутся очень убедительными и незыблемыми. Такое ощущение получает чрезвычайно мощное подкрепление в реальной эффективности методологии редукционизма.

### **АРГУМЕНТЫ ПРОТИВ РЕДУКЦИОНИЗМА**

И вместе с тем, как представляется, редукционизм как глобальная, универсальная методологическая установка научного познания не является обоснованным:

— он не учитывает некоторые существенно важные характеристики действительности, на его основе нельзя построить адекватную картину мира;

— редукционистское видение развития науки не позволяет также раскрыть в полной мере особенности познавательного процесса.

Какие же черты объективной действительности не учитывает редукционистское видение мира?

— Оно, прежде всего, неточно решает вопрос о соотношении части и целого.

Конечно, целое в своем поведении существенно зависит от свойств и характера поведения его элементов. Однако редукция свойств целого к свойствам его частей возможна лишь в простейших ситуациях (в случае так называемых суммативных систем), которые представляют собой лишь незначительную часть из всего многообразия реально существующих объектов. Как правило, целое характеризуется специфическими параметрами и законами, которые не присущи отдельным его элементам.

Так, если мы рассмотрим одну грамм-молекулу, заключенную в сосуде и находящуюся в нормальных условиях, то она будет представлять собой совокупность примерно  $10^{23}$  движущихся молекул. Каждая молекула в таком сосуде характеризуется механическими параметрами и подчиняется в своем движении законам механики. Вместе с тем, поведение газа в целом характеризуется термодинамическими параметрами: температурой, энтропией и др., которые не присущи отдельным молекулам. Более того, эти характеристики не могут быть получены на основе детального

механического описания движения всех молекул. Это связано с тем обстоятельством, что данная система за термодинамически значимые времена, т.е. макроскопически значимые времена, не является устойчивой в механическом отношении. Ее механическое описание возможно лишь в пределах времени, порядка времени свободного пробега молекулы. За этими же пределами она проявляет устойчивость лишь по отношению к термодинамическим параметрам, которые связаны с появлением в данной системе нового типа статистических законов. Важно обратить внимание на то, что невозможность сведения статистического описания к детальному описанию движения молекул, основанному на законах механики, связано с тем, что мы не можем разрешить огромную систему  $6-10^{23}$  уравнений и не можем поставить в эти решения соответствующие каждой молекуле начальные условия.

Главное здесь заключается в том,

— что за пределами некоторого критического времени система становится неустойчивой, и, следовательно, она вообще не описывается никакими динамическими законами;

— в этих условиях она приобретает новый тип устойчивости, которая выражается в наличии статистических законов и которые описываются в статистической термодинамике; — у этой системы складываются особые отношения с окружающей средой, которые выявляют ее целостность и, устойчивость, выражаемую термодинамическими параметрами.

При этом очень важно, что взаимоотношения с другими объектами этой системы не зависят от деталей движения отдельных молекул и определяются поведением систем в целом.

Эта ситуация является чрезвычайно типичной для всех уровней организации материи, и она особенно четко проявляется для сложноорганизованных систем.

Так, любой организм представляет собой сложную систему, состоящую из большого многообразия частей, которые сами по себе тоже являются сложными системами. При этом каждая часть организма очень сложно и многообразно функционирует.

Однако для организма в целом существенным оказывается лишь целостное функционирование каждого его органа. Именно это обстоятельство влечет за собой большую устойчивость живых систем по отношению к изменяющимся внешним условиям и резко повышает адаптивные возможности организма.

Вообще следует сказать, что целое нельзя понять как функционирующее только на основе законов составляющих его элементов.

Дом, построенный из кирпичей, конечно, реализует те возможности, которые заложены в свойствах самого кирпича и связующего кирпичи раствора. Однако для того, чтобы дом был построен, мало знать свойства исходного строительного материала. Необходимо еще иметь план дома, который обуславливается способом его функционирования как целого и, тем самым, определяется его будущими функциями. Конечно, этот план

сообразуется с возможностями строительного материала, но его создание обусловлено законами совсем иного уровня реальности.

Аналогичным образом поведение человека, конечно, связано с его природными и социальными качествами как индивидуума, однако сущность человека, как отмечал К.Маркс, выражается той системой общественных отношений, в которую он вовлечен. И любой живой организм определяется не только своей внутренней организацией, но и своим отношением к соответствующей популяции и даже ко всему живому миру.

Следует заметить, что вообще отношения между частью и целым оказываются чрезвычайно сложными и многообразными.

Приведенные выше примеры свидетельствуют не только о том, что целое несводимо к частям, но и о том, что часть может быть понята в полной мере лишь в ее соотношении с целым.

Это обстоятельство совершенно очевидно в гуманитарном знании, где смысл любого понятия и даже высказывания определяется его контекстом. Знаменательный пример тому приводит В.Гейзенберг в своей книге “Часть и целое”. Он вспоминает, как однажды они гуляли с Н. Бором и тот обратил его внимание на замок Эльсинор. В.Гейзенберг не проявил к нему никакого интереса. Однако, когда Н.Бор сказал, что именно этот замок был описан У. Шекспиром в “Гамлете”, отношение В.Гейзенберга к этому замку резко изменилось.

Совершенно удивительное свидетельство этого единства Части и целого дает современная физика.

Фундаментальное единство основных типов взаимодействий, описывающих поведение элементарных частиц, проявляет себя лишь в описании ранней стадии эволюции космоса.

Так, оказывается, что реальное единство слабого и сильного взаимодействий может проявляться лишь при таких энергиях, которые не существуют в современном мире и могли реализовываться только в первые секунды эволюции Метагалактики после Большого взрыва. С другой стороны, мы удивительным образом обнаруживаем, что макроскопические свойства наблюдаемого нами мира. наличие галактик, звезд, планетных систем, жизни на Земле обусловлены небольшим количеством констант, характеризующих различные свойства элементарных частиц и основные типы фундаментальных взаимодействий. Так, например, если бы масса электрона была бы в 3—4 раза больше ее значения, то время существования нейтрального атома водорода исчислялось бы несколькими днями. А это привело бы к тому, что галактики и звезды состояли бы преимущественно из нейтронов, многообразия атомов, и молекул в их современном виде просто бы не существовало. Современная структура Вселенной обусловлена очень жестко так же величиной  $D m_N = m_N - m_p$ , т.е. разницей в массах нейтрона и протона. Разность очень мала и составляет всего около  $10^{-3}$  от массы протона. Однако, если бы она была в 3 раза больше, то во Вселенной не мог бы происходить нуклеосинтез, и в ней не было бы сложных элементов. Увеличение константы сильного взаимодействия всего на несколько

процентов привело бы к тому, что уже в первые минуты расширения Вселенной водород полностью бы выгорел и основным элементом в ней стал бы гелий. Константа электромагнитного взаимодействия тоже не может существенно отклоняться от своего значения —  $1/137$ . Если бы, например, она была бы больше  $1/80$ , то все частицы, обладающие массой покоя, аннигилировали бы. Вселенная состояла бы только из безмассовых частиц.

Вообще говоря, в некотором и очень важном отношении весь мир может быть представлен как совокупность взаимодействующих между собой различных дискретных образований.

Различного рода дискретности мы можем выявить на уровне элементарных частиц, в атомном мире, на уровне молекулярном. Большое многообразие дискретных систем представляют собой макроскопические объекты. Основными дискретностями в космосе являются звезды, звездные образования, галактики, скопления галактик. Дискретные образования можно выделить всюду. Они характерны и для горных пород. Они проявляют себя в явлениях жизни, в развитии человеческой культуры.

Все эти виды дискретных образований существуют как определенного рода целостности за счет внутренней энергии, присущей взаимодействию их частей, а также благодаря их взаимодействию с другими целостными образованиями.

Различные виды целого находятся в квазистационарном состоянии и постоянно обмениваются энергией, в результате чего осуществляется их переход из одного квазиустойчивого состояния в другое.

По-видимому, как показывают исследования, проведенные в последнее время учеными самых разных специальностей, пространственные размеры, а также характерные для всех этих систем времена жизни не являются совершенно произвольными. Они обусловлены, вероятно, специфическими особенностями организации этих систем и характером их взаимодействия с другими системами.

Очень важно обратить внимание на то, что энергетические отношения, присущие любой системе, существенным образом зависят от ее организации.

Так, поступление энергии в живые системы, конечно, радикальным образом отличается от энергетического обмена, происходящего в физических системах. Оно, конечно, определяется их устройством, существенно зависит от возможности живых организмов активно относиться к окружающей среде.

Животные, благодаря их специфической внутренней организации и их способности перемещаться в пространстве, которые выработались в процессе эволюции, имеют возможность активно пополнять необходимую им энергию в ее концентрированных формах. Энергетические процессы, происходящие с живыми организмами, осуществляются, конечно, на основе физических взаимодействий. Однако сам процесс потребления энергии живым организмом извне и ее усвоение во многом определяются специфически биологическими закономерностями, которые связаны с формированием у животного условных и безусловных рефлексов, с выработкой определенных

форм поведения. Они, в свою очередь, могут быть поняты только на основе эволюции данного вида и даже биосферы в целом.

Для человека получение энергии связано существенным образом с характером культуры (как материальной, так и духовной), в которой он живет.

Обеспечение продуктами питания человека обусловлено технологией сельскохозяйственного производства, уровнем развития транспортных средств, формами обмена продуктами сельского хозяйства. Очевидно, что сегодня решение продовольственной проблемы существенным образом зависит от использования в этой сфере достижений науки и, конечно, оно во многом обусловлено характером социальных отношений.

Даже собственно физические взаимодействия человека опосредуются социально-культурными факторами. Так, непосредственное физическое воздействие солнечной энергии на человеческое тело подчиняется не только физическим законам, но и закономерностям, обуславливающим поведение человека и способы его жизнедеятельности.

Различные виды систем обладают своими специфическими пространственными формами, временными ритмами, своей внутренней организацией.

Они находятся в состоянии динамического равновесия, характеризуются собственными законами, которые определяют их поведение как целого

Новое качество целого возникает, конечно, на основе свойств его частей за счет их особой организации в пределах целого.

Следует отметить, что новые законы, характеризующие особый тип устойчивости системы, не могут быть сведены к более простым закономерностям элементов уже хотя бы потому, что они представляют собой не только результат действия отдельных законов, но и следствие их организации.

Конечно, существуют целые классы систем, которые могут быть поняты на основе одного типа законов с непременным учетом специфических форм организации этих систем. Но надо иметь в виду, что уже сейчас мы можем выделить довольно много различных типов таких законов весьма разной степени общности.

Так, скажем, на основе законов классической механики можно объяснить поведение довольно многообразных типов организаций и присущих им специфических устойчивостей в поведении. Перемещение макроскопических тел как на Земле, так и в космосе, различного рода колебательные процессы, многие свойства газов, жидкостей, твердых тел получают вполне естественное механическое объяснение, которое представляет собой синтез знаний законов механики со знанием о структуре или организации изучаемых процессов.

Однако мы хорошо знаем, что далеко не все в действительности может быть объяснено на основе механики, даже в области физических свойств окружающего нас мира. В результате мы имеем даже в физике довольно



много типов описаний физических процессов, сопоставимых по степени общности с классической механикой.

Анализ такого рода типов описаний не только в физике, но и в других науках приводит к выделению класса описаний более высокого уровня обобщения.

Можно выделить, например, класс описаний, основанных на использовании динамических законов, безотносительно к тому, какого рода содержание они выражают. Это могут быть и законы механики, и законы электродинамики, и законы онтогенеза, и функционирования психики. В таком случае любые явления описываются на основе различного рода законов, выражающих однозначную связь между различными состояниями систем, разделенными во времени. Но и на этом очень абстрактном уровне описания устойчивых свойств деятельности также можно зафиксировать значительное разнообразие. Наряду с однозначными законами мы можем в настоящее время обнаружить и класс вероятностных законов, законов, которые характеризуют поведение изолированных систем и систем, находящихся в тесной связи с окружением и обменивающихся с этим окружением энергией, описывающих процесс самоорганизации, информационные процессы, телеономические связи, процессы развития. Следует заметить, что все они несводимы друг к другу, выявляют различные типы устойчивости, которые также существенно связаны с характером организации различных классов систем.

Информационные связи, например, принципиально не могут быть объяснены на основе описания передачи и преобразования энергии. Конечно, и получение информации, и процесс ее передачи не могут быть осуществлены без передачи энергии. Однако изучение только энергетической стороны информационных процессов не позволяет раскрыть самых существенных специфических их форм. В самом деле, мы хорошо знаем, что для получения определенного количества информации необходима затрата определенного количества энергии. Но качество получаемой информации зависит не только от возможности приложения для получения информации определенной энергии. Если говорить об обществе, то качество информации, определяемое ее содержанием, несомненно, зависит от уровня развития культуры.

В процессе передачи информации также необходима затрата энергии, но она опять же не связана с качеством информации, а зависит лишь от ее количества. Воздействие же информации на объект определяется не энергией, связанной с этой информацией, а ее содержанием. И в этом коренное отличие характера взаимодействий, осуществляемых на базе информации.

Часы можно разбить в результате механического удара. Здесь степень разрушения будет непосредственно зависеть от энергии удара. С другой стороны, на человека можно воздействовать словом, и результат этого воздействия будет зависеть не от физической энергии, передаваемой при этом, а от содержания информации, заключенной в нем. При этом одной и

той же энергией можно человеку создать хорошее настроение, а можно довести его до инфаркта. Воздействие лектора на слушателя, конечно, не зависит от того, в каком ряду тот сидит. Это и понятно. Ведь это воздействие зависит не от передаваемой энергии, которая, конечно, зависит от расстояния между лектором и слушателем, а от содержания того, что говорит лектор.

Как известно, чрезвычайно характерной чертой любого вида деятельности человека является широкое использование знаков, оперирование идеальным образом объекта, которое оказывается возможным благодаря применению различного рода языков (обыденного, научного, языка искусства и т.п.), создает огромные возможности для развития общества и человека и во многом определяет специфику исторической эволюции.

Любой знак, конечно, представляется в определенной физической оболочке. Если он произносится, то он реализуется в форме колебаний воздуха. Если он передается письменно, то он оказывается зафиксированным на бумаге или в другом соответствующем материале. Однако эта материальная оболочка служит лишь основанием для значения знака, которое определяет его функции в коммуникативном процессе. Важно иметь в виду, что материальная компонента любого языка необходима, но отнюдь не достаточна для понимания закономерностей его использования. Значение любого языкового образования зависит, конечно, от специфики того языка, к которому оно принадлежит, и от степени практического, теоретического или культурного освоения той действительности, для отображения которой оно используется. Кроме того, оно несет на себе отпечаток конкретной ситуации, в которой этот знак применяется.

Любая область действительности всегда проявляет определенные черты единства и многообразия.

Если мы возьмем человеческую деятельность, то, конечно, для любых ее видов характерны общие черты: наличие субъекта, объекта, целей и средств. Однако это единство проявляется в многообразии несводимых друг к другу родов человеческой деятельности.

Мы знаем, что в науке, инженерии, проектных разработках, в сфере управления, хозяйственной деятельности, политике, искусстве реализуются специфические системы ценностей, решаются особого класса задачи и применяются совершенно разные средства. То общее, что их объединяет, конечно, очень важно.

Но в нем принципиально не может быть раскрыто все их богатство, своеобразие. Вместе с тем, следует обратить внимание на то, что нечто, представляя собой определенную целостность (скажем, определенный род человеческой деятельности), может быть в другом отношении рассмотрено как целостность определенных элементов, являющихся, в свою очередь, также специфическими образованиями. Так, в искусстве мы выделяем литературу, живопись, музыку, но каждый из этих родов искусства характеризуется многообразием имеющихся в них жанров.

## КОНТУРЫ СОВРЕМЕННОЙ КАРТИНЫ МИРА

Учитывая такого рода соображения, следовало бы более внимательно отнестись к элементам антиредукционизма, которые находят свое проявление в реальном процессе познания, и иметь их в виду при построении современной картины мира.

Как отмечено выше, в прошлом постоянно осуществлялось стремление построить некоторую целостную единую картину мира на основе какого-либо небольшого количества простых исходных принципов. Сегодня представляется ясным, что в нашем стремлении построить целостную картину мира мы должны больше внимания уделять как тщательному изучению конкретных форм многообразия действительности, так и выявлению их взаимной связи. Ответ на эти вопросы, несомненно, лежит на пути исследования генезиса этих форм. И обсуждение данных проблем возвращает нас к одному из оснований редукционизма — к генетическому.

В свете данных современной науки очевидно, что все существующее есть результат эволюции. Концепция Большого взрыва, научные исследования, относящиеся к зарождению предбиологических систем и первых форм жизни, выявление закономерностей становления и развития биосферы и эволюции видов животных, исследования в области антропогенеза и социогенеза дают сегодня возможность отобразить основные этапы эволюции мира от возникновения элементарных частиц до появления человека и цивилизации.

Сегодня мы можем в рамках специально научной постановки вопроса обсуждать проблемы о том, когда и каким образом возникло вещество, когда и как во Вселенной появились легкие и тяжелые химические элементы, как произошли галактики и звезды, когда и как возникли Солнечная система и наша Земля. Мы можем высказывать научно обоснованные предположения о времени и условиях возникновения живого на Земле во всех его основных формах.

Вот как выглядит эта картина.

Спустя  $10^{-35}$  сек после начала Большого взрыва возникала барионная асимметрия Метагалактики, что проявляется сейчас в чрезвычайно малом количестве в ней антивещества. По прошествии  $10^{-5}$  сек стали образовываться из кварков, барионы и мезоны. На второй минуте жизни Метагалактики начали формироваться ядра гелия и других легких элементов. Галактики появились через 1 млрд. лет, а звезды первого поколения — через 5 млрд. лет. Атомы тяжелых элементов рождались в недрах звезд. Солнце, как звезды второго поколения, имеет возраст около 5 млрд. лет, Земля — приблизительно 4,6 млрд. лет. 3,8 млрд. лет назад на Земле произошло зарождение микроорганизмов, 1 млрд. лет существуют макроскопические формы жизни. Первые растения появились 450 млн. лет назад, рыбы — 400 млн. лет назад, млекопитающие — 150 млн. лет назад. И, наконец, антропогенез начался 1,6 млн. лет назад.

Следует отметить, что эта эволюция в мире от простого к сложному выделяется нами из колоссального многообразия других процессов,

осуществляющихся в космосе и отнюдь не сопровождающихся столь сильной направленностью.

Необходимо иметь в виду, что в нашей галактике существуют сотни миллиардов звезд, подобных Солнцу, и во Вселенной, изучаемой современной наукой, насчитываются десятки миллиардов галактик, подобных нашей. Конечно, и галактики, и звезды эволюционируют, но по крайней мере, подавляющее большинство линий эволюции, реализуемых в них, не заканчивается возникновением жизни и разума.

Идея о том, что жизнь и разум множественны во Вселенной, несомненно, сыграла в истории чрезвычайно прогрессивную роль. Она утверждала естественное происхождение жизни и разума, служила развитию и укреплению научных взглядов на мир.

Однако сейчас, в свете современных исследований этой проблемы, особенно за последние несколько десятилетий, в свете того, что, несмотря на значительные усилия, не удалось обнаружить никаких данных, свидетельствующих о вземных формах живого, а тем более разума, целесообразно было бы с большим вниманием отнестись к точке зрения, согласно которой и жизнь, и разум уникальны в мире.

Так или иначе,

мы можем констатировать сегодня тот факт, что жизнь и разум во Вселенной — если и не уникальные, то, по крайней мере, чрезвычайно редкие явления.

В целом же в мире происходит не только развитие от простого к сложному, но осуществляется еще и огромное число процессов противоположной направленности. Более того, если плотность массы в нашей Вселенной будет больше критической, то, как отмечают космологи, она начнет через некоторое время сжиматься, и во всей Вселенной будет происходить глобальная редукция всех сложных форм к более простым. Аналогичная ситуация сложится в будущем, если окажутся верными предположения о неустойчивости протона, которые развиваются в последнее время в физике элементарных частиц.

В процессе развития создаются различного рода структуры, которые имеют особое отношение к внешнему миру. На основе фундаментальных законов физики возникают, вовсе их не отменяя, новые типы устойчивости, которые описываются в понятиях иного рода. Можно сказать, что возникают качественные изменения.

Как это происходит, легко понять на основе анализа простейших примеров.

Если у нас имеется в сосуде одна молекула, то ее поведение в полной мере подчиняется законам механики. Однако, если в этом же сосуде увеличивать количество молекул, то вскоре система потеряет устойчивость, и ее уже нельзя будет описывать применяя законы механики. Она переходит в другое качество, которое уже характеризуется устойчивыми статистическими параметрами. При этом важно иметь в виду, что никакого нарушения законов механики не происходит, они просто оказываются неприменимыми.

Эта ситуация универсальна, она встречается во всех случаях, когда происходит усложнение систем и переход их в иное качественное состояние.

Так, жизнь в ее простейших формах возникла как следствие физико-химических законов. В основе функционирования любого объекта живой природы, конечно же, лежат физические и химические процессы. Однако процессы жизнедеятельности не могут быть описаны только языком физики и химии. Их устойчивые характеристики, выявляющиеся как во взаимодействии частей организма, так и в его отношении к среде, описываются в понятиях большого числа биологических дисциплин и не могут быть поняты вне эволюционных представлений о живом. Любое проявление жизни представляет собой реализацию физико-химических законов. Но то, почему физико-химические процессы увязываются в организме в определенную цепочку, образующую, скажем, покровительственную окраску или какой-либо безусловный рефлекс, определяющий поведение животного, можно понять только рассматривая процесс эволюции вида. А он не может быть отображен только на основе законов и понятий физики и химии.

Современная картина мира должна включать представления о всеобщем характере эволюции, которая реализуется по отношению к любому объекту. В процессе этой эволюции возникают различного рода устойчивые целостные системы или типы систем, описываемые физическими законами.

Вообще говоря, типологизация систем может осуществляться по разным основаниям и с различной степенью обобщенности. Каждому типу систем при этом соответствуют свои, несводимые к другим, закономерности. При этом законы, на базе которых возникает новый тип систем, вовсе не нарушаются. Они становятся просто неприменимыми к описанию нового типа устойчивости.

## **ЕДИНСТВО НАУКИ И ЕЕ МНОГООБРАЗИЕ**

Если теперь обратиться к процессу познания и попытаться оценить с позиций редуccionистской программы реальное многообразие форм организации знания и методов его получения, то и здесь мы увидим ее ограниченность.

Наука подобна живой природе. Жизнь, в принципе, по сути своей не может существовать без ее воплощения во множестве форм. Так и наука. Ее полиморфизм обусловлен не только реальным многообразием действительности, но также и различным гносеологическим статусом всего ее инструментария, эффективность которого проявляется по-разному в различных познавательных ситуациях.

Многообразие форм существования эмпирического и теоретического знания (факты, эмпирические закономерности, теорий, метатеории и т.п.), методов его получения (отдельные методы, исследовательские программы, методологические установки и т.п.) представляют непреходящую, фундаментальную характеристику науки, которая всегда будет ей присуща.

Единство же науки совсем необязательно должно проявляться во все большей редуцируемости одних форм организации научного знания и методов его получения к другим. Оно выражается во все более отчетливо вырисовывающихся взаимосвязях различных разделов науки, которые обнаруживаются при установлении реальных их возможностей в отображении действительности.

Итак, все существующее в мире характеризуется не только единством, но и многообразием, которые не могут быть поняты в отрыве друг от друга.

Редуccionизм дает упрощенное представление об их соотношении.

В нем не находит правильного отображения специфичность явлений как в их генезисе, так и в их функционировании. А тем самым искажается и представление о многообразии форм единства различных явлений, реализующихся как в объективном, так и в субъективном мире.

## **ЭТИКА НАУКИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ УЧЕНОГО**

### **1. ЗНАНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА**

Знание вообще и научное знание в частности может порождаться лишь теми способами и средствами, которые даны конституцией человека, его интеллектуальными и психофизиологическими характеристиками, такими, как объем памяти, устройство и разрешающая способность органов чувств и т. п.

Бесспорно, люди различаются по этим характеристикам, которые к тому же могут быть в довольно широких пределах развиты путем воспитания и тренировки. Бесспорно и то, что человек создает различные технические средства, пользуясь которыми он расширяет свои познавательные возможности.

Тем не менее, новое знание порождается человеком, и при этом его содержание как бы “проецируется” на специфически человеческий аппарат познания, оно всегда должно быть соразмерно человеку, человеческим способностям и возможностям.

Впервые на это обратил внимание И Кант, который не только отметил то, что мы не знаем как устроен и работает любой другой интеллект, помимо человеческого, но и поставил это обстоятельство в фокус своего анализа познания. Тем самым, между прочим, была в корне подорвана та возможность толковать человеческий интеллект по аналогии с божественным, которая была заключена в метафоре о “Книге природы”.

Любой реальный результат познавательной деятельности, любое новое знание не сводится к бесстрастной регистрации той или иной стороны окружающего мира. Это знание всегда представляет собой человеческое достижение, решение такой задачи, которая поставлена и осмыслена им самим.

В отличие от компьютера, действующего по воле программиста, человек как познающий субъект может решать проблему, даже поставленную перед ним извне, лишь тогда и постольку, когда и поскольку он осознает ее, как свою собственную, т.е. когда он сделает своей целью ее решение.

Итак, познавательная деятельность есть деятельность целенаправленная и целеосознанная.

В свою очередь, постановка цели и выбор для ее достижения средств — это всегда выход за пределы мира сущего в мир должного. А это значит, что по своей сути научная познавательная деятельность подлежит ценностным и моральным оценкам.

Но человеческие характеристики научного познания выражаются не только в том, что оно осуществляется человеком, но и в том, что оно осуществляется для человека. Здесь имеются в виду не только возможности его практически-прикладного использования, но и то, что знание, которое получает данный исследователь, по своим свойствам должно быть таким, чтобы его могли усвоить, воспринять и оценить и другие, по крайней мере его коллеги.

В этой связи будет уместно привести такие слова К. Маркса:” “Но даже и тогда, когда я занимаюсь научной и т.п. деятельностью — деятельностью, которую я только в редких случаях могу осуществлять в непосредственном общении с другими, — даже и тогда я занят общественной деятельностью, потому что я действую как человек”.

Вовлеченность человека, в данном случае ученого, во взаимодействие с другими людьми сказывается и на природе научного знания, которое должно быть соразмерно человеку. Доступное для человеческого восприятия, понимания и осмысленное исследование не будет считаться завершенным, если его результат не доложен на научном симпозиуме или не опубликован в научном журнале.

Ученый, делая свой результат достоянием научного сообщества, в какой-то мере отчуждает его от себя, а его коллеги получают возможность воспользоваться этим результатом: для его критической оценки, чтобы на его основе осуществлять новые исследования, для изложения его в учебнике, для его прикладного применения.

Заметим, что сегодня, когда общепринятой стала практика коммерческого использования результатов научных исследований, их обнародование перед научным сообществом порождает серьезные трудности. Раздаются даже предложения юридически защищать, патентовать каждый новый результат, прежде чем сообщать о нем коллегам.

Коммерциализация научных исследований, конечно, существенно расширяет доступ ученых к общественным ресурсам, но вместе с тем ставит перед научным сообществом такие проблемы, к решению которых нормативно-ценностная система науки пока еще не смогла приспособиться.

## **НОРМЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Как бы то ни было, научное знание, как мы видим, — это такая материя, по поводу которой люди вступают во взаимодействие и в общение. Это общение, как правило, носит специализированный характер и требует от его участников особой подготовки.

Таким образом, получаемое ученым знание о мире изначально, внутренне ориентировано на то, чтобы быть воспринятым другими.

При этом уже не существенно, насколько осознается такая ориентированность самим ученым, — ему не надо специально ставить перед собой такую цель, по крайней мере, до тех пор, пока он занят собственно исследованием, а не изложением полученных результатов.

Такие свойства научного знания порождаются тем, что сам процесс его получения регулируется методологическими нормами, которые каждый ученый не должен придумывать для себя заново, а может усваивать в ходе своей профессиональной подготовки.

И, опять-таки, коль скоро познание регулируется нормами, пусть даже нормами познавательными и методологическими, следование им или пренебрежение ими выступает и как акт морального выбора, предполагающий ответственность ученого перед своими коллегами и перед научным сообществом, т.е. его профессиональную ответственность.

Широко известно, например, изречение Аристотеля: "Пла-тон мне друг, но истина дороже". Смысл его в том, что в стремлении к истине ученый не должен считаться ни со своими симпатиями и антипатиями, ни с какими бы то ни было иными привходящими обстоятельствами.

В повседневной научной деятельности, однако, чаще всего бывает невозможно сразу же оценить полученное знание как истину либо заблуждение. Поэтому и нормы научной этики не требуют, чтобы результат каждого исследования непременно был истинным знанием.

Они требуют лишь, чтобы этот результат был новым знанием и притом так или иначе — логически либо экспериментально — обоснованным. Ответственность за соотношение такого рода требований лежит на самом ученом, и он не может переадресовать ее никому другому.

Невозможность сразу же однозначно оценить результат исследования обуславливает характерную взаимозависимость между членами научного сообщества.

— С одной стороны, коллеги должны исходить из того, что сообщаемый результат получен в ходе добросовестно проведенного исследования, т.е. с соблюдением надлежащих технических норм экспериментирования и методологических норм. Разумеется, в тех случаях, когда нарушение этих норм очевидно, результат попросту не будет заслуживать серьезного отношения. Нередко, однако, проверка требует как минимум повторения исследования, что немислимо применительно к каждому результату. С этой точки зрения становится ясной контролирующая функция таких элементов научной статьи, как описание методики эксперимента или теоретико-методологическое обоснование исследования. Подготовленному специалисту этих сведений обычно бывает достаточно для того, чтобы судить о том, насколько серьезна статья.

— С другой стороны, и сам исследователь, адресуясь к коллегам, вправе претендовать на их беспристрастное и объективное мнение по поводу сообщаемого им результата.



Оно определяет оценку данного исследования, от которой зависит научная репутация и в значительной мере возможность проведения дальнейших исследований.

Таким образом, эта взаимозависимость важна с точки зрения устойчивого воспроизводства научной деятельности и социального института науки. Она выступает в качестве такого механизма саморегуляции и самоорганизации научной деятельности, которая в довольно широких пределах основывается на взаимном доверии ее участников.

Отметим, что технические нормы экспериментирования и методологические нормы выполняют двоякую роль.

— Во-первых, они имеют смысл постольку, поскольку следование им гарантирует получение достоверного результата.

— Во-вторых, они же выступают и как форма социального контроля в рамках научного сообщества.

Мы видим теперь, что проблемы этики науки в определенных отношениях перекрещиваются с проблемами методологии науки. Одна из задач методологии — анализ и обоснование методов и процедур, применяемых в научной деятельности, а также выявление тех далеко не очевидных, предпосылок, которые лежат в основе той или иной теории, того или иного научного направления.

В этой связи методологию интересуют и нормы научной деятельности, такие, как исторически изменяющиеся стандарты доказательности и обоснованности знания, образцы и идеалы, на которые ориентируются ученые.

Нормативная структура и нормативная регуляция научной деятельности, рассматриваемая, разумеется, под специфическим углом зрения, представляет собой объект изучения и в этике науки.

Как отмечает в этой связи норвежский философ Г.Скирбекк, “будучи деятельностью, направленной на поиск истины, наука регулируется нормами: “ищи истину”, “избегай бессмыслицы”, “выражайся ясно”, “старайся проверять свои гипотезы как можно более основательно” — примерно так выглядят формулировки этих внутренних норм науки”.

Следовательно, заключает он, этика в этом смысле содержится в самой науке, и отношения между наукой и этикой не ограничиваются вопросом о хорошем или плохом применении научных результатов.

## **ЭТОС НАУКИ**

Нормы научной этики, как уже отмечалось, редко формулируются в виде специфических перечней и кодексов. Однако известны попытки выявления, описания и анализа этих норм.

Наиболее популярна в этом отношении концепция Р.Мертон, представленная в работе “Нормативная структура науки” (1942 г.). В ней Р.Мертон дает описание этоса науки, который понимается им как комплекс ценностей и норм, воспроизводящихся от поколения к поколению ученых и

являющихся обязательными для человека науки. С точки зрения Р.Мертон, нормы науки строятся вокруг четырех основополагающих ценностей.

— Первая из них — универсализм, убеждение в том, что изучаемые наукой природные явления повсюду протекают одинаково и что истинность научных утверждений должна оцениваться независимо от возраста, пола, расы, авторитета, титулов и званий тех, кто их формулирует. Требование универсализма предполагает, в частности, что результаты маститого ученого должны подвергаться не менее строгой проверке и критике, чем результаты его молодого коллеги. Наука, стало быть, внутренне демократична. Как вопиющее нарушение этой ценности Р.Мертон рассматривал попытки создания в нацистской Германии того времени “арийской физики”.

— Вторая ценность — общность (в буквальном переводе — “коммунизм”), смысл которой в том, что научное знание должно свободно становиться общим достоянием. Тот, кто его впервые получил, не вправе монопольно владеть им, хотя он и имеет право претендовать на достойную оценку коллегами собственного вклада.

— Третья ценность — незаинтересованность. Первичным стимулом деятельности ученого является бескорыстный поиск истины, свободный от соображений личной выгоды — завоевания славы, получения денежного вознаграждения. Признание и вознаграждение должны рассматриваться как возможное следствие научных достижений, а не как цель, во имя которой проводятся исследования.

— Четвертая ценность — организованный скептицизм. Каждый ученый несет ответственность за оценку доброкачественности того, что сделано его коллегами, и за то, чтобы эта оценка стала достоянием гласности. Причем ученый, опирающийся в своей работе на достоверные данные, заимствованные из работ его коллег, не освобождается от ответственности, коль скоро сам он не проверил точность используемых данных. Из этого требования следует, что в науке нельзя слепо доверяться авторитету предшественников, сколь бы высок он ни был. Равно необходимы как уважение к тому, что сделали предшественники, так и критическое — скептическое — отношение к их результатам. Более того, ученый должен не только настойчиво отстаивать свои научные убеждения, используя все доступные ему средства логической и эмпирической аргументации, но и иметь мужество отказаться от этих убеждений, коль скоро будет обнаружена их ошибочность.

Предпринятый Р.Мертоном анализ ценностей и норм науки неоднократно подвергался критике, не всегда, впрочем, обоснованной. Отмечалась, в частности, абстрактность предложенных Р.Мертоном ценностей, и то, что в своей реальной деятельности ученые нередко нарушают их, не подвергаясь при этом осуждению со стороны коллег.

Во многом под воздействием этой критики Р.Мертон вновь обратился к проблеме этоса науки в 1965 г. в работе “Амбивалентность ученого”.

В ней он отметил наличие противоположно направленных нормативных требований, т.е. норм и “контрнорм”, на которые ориентируются ученые в

своей деятельности. Противоречивость этих требований приводит к тому, что ученый нередко оказывается в состоянии амбивалентности, неопределенности по отношению к ним. К примеру: ему надлежит как можно быстрее делать свои результаты доступными для коллег; он должен быть восприимчивым по отношению к новым идеям; от него требуется знать все относящиеся к области его интересов работы предшественников и современников; вместе с тем он должен тщательно проверить эти результаты перед их публикацией; но не должен слепо подчиняться интеллектуальной моде; но его эрудиция не должна подавлять самостоятельность мышления ученого.

Таким образом, ученый может и должен проявлять определенную гибкость, поскольку нормативно-ценностная структура науки не является жесткой.

И, тем не менее, наличие норм и ценностей (пусть не именно этих, но в чем-то сходных с ними по смыслу и по способу действия) очень важно для самоорганизации научного сообщества.

Отдельные нарушения этических норм науки, хотя и могут вызывать серьезные трудности в развитии той или иной области знания, в общем все же чреваты большими неприятностями для самого нарушителя, чем для науки в целом. Однако если такие нарушения приобретают массовый характер, под угрозой уже оказывается сама наука.

Сообщество ученых прямо заинтересовано в сохранении климата доверия, поскольку без него было бы невозможно воспроизводство и развитие науки.

## **СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ УЧЕНОГО**

В отличие от профессиональной, социальная ответственность ученых реализуется во взаимоотношениях науки и общества. Поэтому ее можно характеризовать как внешнюю (иногда говорят — социальную) этику науки.

При этом следует иметь в виду, что в реальной жизни ученых проблемы внутренней и внешней этики науки, профессиональной и социальной ответственности ученых бывают тесно переплетены между собой.

Интерес к проблемам социальной ответственности ученых возник, конечно, отнюдь не сегодня, однако в последние 20—25 лет эта область изучения науки предстала в совершенно новом свете.

Говоря об общей направленности этих сдвигов, отметим, что вплоть до середины нашего столетия проблемы социальной ответственности науки и ученых, вообще говоря, не были объектом систематического изучения.

Их обсуждение часто носило оттенок необязательности, порой сбивалось в морализирование, и потому нередко представлялось плодом досужих рассуждений. Такие рассуждения могли быть ярким выражением гуманистического пафоса и озабоченности автора, но они, как правило, мало соотносились с реальной практикой научных исследований.

Этические вопросы и этические оценки касались науки в целом, а потому не могли оказывать прямого влияния на деятельность конкретного исследователя, на формирование и направленность его научных интересов.

Было бы, впрочем, ошибкой считать, что они не имели значения — их роль в процессе становления современной науки несомненна. Ведь в ходе этого процесса наука, как мы помним, должна была, помимо всего прочего, получить и моральную санкцию — обоснование и оправдание перед лицом культуры и общества.

Еще Сократ учил,

что человек поступает дурно лишь по неведению, и что познав, в чем состоит добродетель, он всегда будет стремиться к ней.

Тем самым знание признавалось в качестве условия — и притом условия необходимого для добродетельной жизни; но вместе с тем и само искание знания оказывалось деятельностью безусловно благой.

В последующей истории философской мысли выдвигались различные трактовки того, что именно есть знание и чем должен направляться процесс познания. Могли меняться те практические акценты, с которыми связывалось обладание знанием, истиной (вспомним хотя бы бэконовское “знание — сила”) — неизменной оставалась эта безусловно необходимая благодать истины.

И сегодня, когда социальные функции науки быстро умножаются и разнообразятся, когда непрерывно увеличивается число каналов, связывающих науку с жизнью общества, обсуждение этических проблем науки остается одним из важных способов выявления и ее изменяющихся социальных и ценностных характеристик. Однако ныне попытки дать недифференцированную, суммарную этическую оценку науке как целому, оказываются — независимо от того, какой бывает эта оценка, положительной или отрицательной, — все менее достаточными и конструктивными.

Те стадии развития науки и социально-культурного развития, когда можно было оспаривать необходимость самого существования науки как социального института, ушли в прошлое.

Из сказанного отнюдь не следует, что наука больше вообще не может быть объектом этической оценки, что единственная оставшаяся перед людьми перспектива — это слепо поклоняться научно-техническому прогрессу, по возможности адаптируясь к его многочисленным и не всегда благоприятным последствиям.

Вопрос в том, что такая оценка должна быть более дифференцированной, относящейся не столько к науке в целом, сколько к отдельным направлениям и областям научного познания. Именно здесь морально-этические сужения ученых и общественности не только могут играть, но действительно играют серьезную и конструктивную роль.

Опыт послевоенных десятилетий задал существенно иные измерения обсуждению социально-этических проблем науки.

М.Борн, говоря об этом в своих воспоминаниях, отмечал, что в “реальной науке и ее этике произошли изменения, которые делают

невозможным сохранение старого идеала служения знанию ради него самого, идеала, в который верило мое поколение. Мы были убеждены, что это никогда не сможет обернуться злом, поскольку поиск истины есть добро само по себе. Это был прекрасный сон, от которого нас пробудили мировые события”. Здесь имеются в виду прежде всего — американские ядерные взрывы над японскими городами.

Большую роль в привлечении внимания общественности к последствиям применения научно-технических достижений сыграло экологическое движение, остро проявившееся с начала 60-х годов. В это время в общественном сознании пробуждается беспокойство в связи с растущим загрязнением среды обитания и истощением естественных ресурсов планеты, общим обострением глобальных проблем.

Именно социальная ответственность ученых явилась тем исходным импульсом, который заставил сначала их, а затем и общественное мнение осознать серьезность ситуации, угрожающей будущему человечества.

В отличие от предыдущего примера в этом случае ответственное отношение ученых заявило о себе еще до того, как положение дел — если его рассматривать в целом — стало непоправимым. Кроме того, если в первом случае непосредственно вовлеченными в трагическое развитие событий оказались представители лишь некоторых областей физики, то экологическое движение оказалось по сути дела общенаучным, затронувшим представителей самых разных областей знания.

Примечательно также и то, что ученые вовлечены в экологическое движение не только своими общественными, но и сугубо профессиональными, собственно научными интересами. Достаточно напомнить в этой связи о том, что разнообразным сторонам проблемы “человек и среда его обитания” посвящена внушительная доля современных научных исследований, причем не только прикладного, но и фундаментального характера.

Социальная ответственность ученых, как мы видим, оказывается одним из факторов, определяющих тенденции развития науки, отдельных дисциплин и исследовательских направлений.

Отметим, наконец, еще один факт.

В 70-е годы широкий резонанс вызвали результаты и перспективы биомедицинских и генетических исследований. Кульминационным моментом стал призыв группы молекулярных биологов и генетиков во главе с П.Бергом (США) к объявлению добровольного моратория (запрета) на такие эксперименты в области геной инженерии, которые могут представлять потенциальную опасность для генетической конституции живущих ныне организмов. Суть дела в том, что созданные в лаборатории рекомбинантные (гибридные) молекулы ДНК, способные встроиться в гены какого-либо организма и начать действовать, могут породить совершенно невиданные и, возможно, потенциально опасные для существующих видов формы жизни. В развернувшихся дискуссиях предметом обсуждения стали этические нормы и

регулятивы, которые могли бы оказывать воздействие как на общее направление, так и на сам процесс исследования.

Объявление моратория явилось беспрецедентным событием для науки: впервые ученые по собственной инициативе решили приостановить исследования, сулившие им колоссальные успехи.

После объявления моратория ведущие ученые в этой области разработали систему мер предосторожности, обеспечивающих безопасное проведение исследований.

Этот пример показателен в том смысле, что ученые, обращаясь с призывом к коллегам и к общественному мнению, впервые пытались привлечь внимание не обещанием тех благ, которых можно ожидать от данной сферы научных исследований, а предупреждением о возможных опасностях.

А это значит, что проявление чувства социальной ответственности, обеспокоенности выступает в качестве не только общественно приемлемой, но и общественно признаваемой и, более того, общественно стимулируемой формы поведения ученых.

Призывая ученых извлечь уроки из этих событий, американский биохимик, лауреат Нобелевской премии Д.Балтимор отмечал:

“Я хотел бы надеяться, что если на горизонте появится другая тема, подобная рекомбинантной ДНК, то те, кто ее обнаружат, не побоятся говорить о ней. Я также надеюсь, что научное сообщество будет более зрелым в своих формулировках и решениях, так что общественность будет склонна верить действиям ученых, а не сомневаться в их мотивах и их честности”. Впоследствии выяснилось, что потенциальные опасности экспериментов в целом были преувеличены. Однако это вовсе не было очевидно тогда, когда выдвигалось предложение о моратории.

И те знания о безопасности одних экспериментов и об опасности других, которыми располагает ныне наука, сами явились результатом научных исследований, проведенных именно вследствие моратория.

Благодаря мораторию были получены новые научные данные, новые знания, новые методы экспериментирования, позволившие разделить эксперименты на классы по степени их потенциальной опасности, а также разработать методы получения ослабленных вирусов, способных существовать только в искусственной среде лаборатории.

Мы, таким образом, видим, что социальная ответственность ученых не есть нечто внешнее, некий довесок, неестественным образом связываемый с научной деятельностью.

Напротив, это — органическая составляющая научной деятельности, достаточно ощутимо влияющая на проблематику и направления исследований.

Рассмотренные примеры — а число их нетрудно было бы умножить — позволяют увидеть эволюцию этических проблем науки, которые становятся более конкретными и более резко очерченными. В то же время мы можем заметить, что проблемы социальной ответственности ученых не только

конкретизируются, но и в определенном смысле универсализируются — они возникают в самых разных сферах научного познания.

Таким образом, едва ли можно считать, что какая-либо область науки в принципе и на все времена гарантирована от столкновения с этими далеко не простыми проблемами.

В высшей степени характерными в этом отношении являются современные дискуссии, ожидания и опасения, вызванные развитием микроэлектроники и информатики, того, что нередко называют “компьютерной революцией”. Бурный прогресс кибернетики и вычислительной техники, широкое внедрение роботов и компьютеров, проникающих в самые разные сферы жизни человека и общества, ставит немало неожиданных и острых вопросов о свободе и суверенности личности, о судьбе демократических общественных институтов. Многие из этих вопросов со свойственной ему прозорливостью предвидел еще основоположник кибернетики Н. Винер.

Известно, что фундаментальные научные открытия непредсказуемы, а спектр их потенциальных приложений бывает чрезвычайно широким. Уже в силу одного этого мы не вправе говорить о том, что этические проблемы являются достоянием лишь некоторых областей науки, что их возникновение есть нечто исключительное и преходящее, нечто внешнее и случайное для развития науки.

Вместе с тем было бы неверно видеть в них и следствие изначальной, но обнаруживающейся только теперь “греховности” науки по отношению к человечеству.

То, что они становятся неотъемлемой и весьма заметной стороной современной научной деятельности, является, помимо всего прочего, одним из свидетельств развития самой науки как социального института, ее все более возрастающей и все более многогранной роли в жизни общества.

Ценностные и этические основания всегда были необходимы для научной деятельности. Однако, пока результаты этой деятельности лишь спорадически оказывали влияние на жизнь общества можно было удовлетвориться представлением о том, что знание вообще есть благо, и поэтому сами по себе занятия наукой, имеющие целью приращение знаний, представляют собой этически оправданный вид деятельности.

В современных же условиях достаточно отчетливо обнаруживается односторонность этой позиции, как и вообще бессмысленность обсуждения вопроса о том, является ли наука изначалью невинной или изначалью греховной.

К сказанному стоит еще добавить, что сам прогресс науки расширяет диапазон таких проблемных ситуаций, в которых нравственный опыт, накопленный учеными, да и всем человечеством, оказывается недостаточным.

С особой остротой, например, встал вопрос об определении момента смерти донора в связи с успехами экспериментов по пересадке сердца и других органов. Этот же вопрос возникает и тогда, когда у необратимо

комактозного (т е. навсегда утратившего сознание) пациента с помощью технических средств поддерживается дыхание и сердцебиение.

Так, в США после ряда случаев отключения с согласия родителей жизнеподдерживающих устройств у обреченных детей этим вопросом занялась Президентская комиссия по изучению этических проблем в медицине, биомедицинских и поведенческих исследованиях. Комиссия пришла к выводу, что пациентов, находящихся в постоянном комактожном состоянии, нельзя считать мертвыми. Она определила смерть как необратимое прекращение кровообращения или дыхания, либо необратимое прекращение все функций мозга, рекомендовав всем штатам принять соответствующие единообразные законы. Ныне, под воздействием экспериментов с человеческими эмбрионами, столь же острым становится вопрос о том, с какого момента эмбрионального (или же постэмбрионального) развития развивающееся существо следует считать ребенком со всеми вытекающими отсюда последствиями.

## **ОБЪЕКТИВНАЯ ЛОГИКА РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ УЧЕНОГО**

То или иное толкование проблем социальной ответственности ученых, проявляющееся в острых дискуссиях на эту тему, в решающей мере определяется пониманием науки и научного познания.

— Наука, например, может рассматриваться только как сложившаяся к данному моменту система соответствующим образом обоснованных знаний без учета всех тех человеческих и социальных взаимодействий, в которые вступают люди по поводу этих знаний.

В таком случае отдельный ученый выступает лишь как безликий агент, через посредство которого действует объективная логика развития науки. Этот агент — познающий субъект — осуществляет познавательное отношение к действительности, что предполагает с его стороны “чистое”, совершенно не заинтересованное и бесстрастное изучение познаваемого объекта. Всякое же проявление личностных, субъективных качеств исследования понимается при этом исключительно как источник помех и ошибок.

Дело, однако, в том, что понятие “чистого” познавательного отношения является абстракцией, позволяющей решать определенный круг познавательных и методологических задач, но, как и всякая абстракция, может давать лишь одностороннее представление о рассматриваемом объекте. Смысл этой абстракции и состоит в том, что она позволяет при анализе познавательной деятельности отвлечься от ценностных, и в том числе от этических моментов этой деятельности.

Благодаря этому, мы получаем относительно чистую и упрощенную картину науки, которую можно сравнить с проекцией объемной фигуры на плоскость. Известный методолог науки И.Лакатос в подобных случаях применял более резкое выражение — он говорил о том, что рациональные



реконструкции истории науки часто являются карикатурой реальной истории науки.

Если, однако, абстракция познавательного отношения начинает применяться за пределами сферы своей обоснованности, если эта абстракция фактически мыслится как выражение специфики научного познания, то мы, естественно лишаемся основания апеллировать при рассмотрении науки к нравственным критериям.

Очевидно, что при таком понимании науки вопрос о социальной ответственности ученого в значительной степени снимается — место социальной ответственности занимает та самая объективная логика развития науки, т.е. развертывания безличного познавательного отношения.

Эта логика — которая, заметим, на деле всегда реконструируется задним числом — оказывается неким неумолимым и слепым механизмом, однозначно детерминирующим познавательную деятельность ученого. На нее, а не на него, в таком случае возлагается и вся социальная ответственность.

Сказанное не следует понимать как отрицание того, что процесс развития науки обладает своей внутренней логикой или того, что получение объективного знания о мире является одной из главных ценностей, ориентирующих познавательную деятельность ученого. Речь идет о том, что эта логика реализуется не вне ученого, не где-то над ним, а именно в его деятельности.

Каждое значительное научное достижение, как правило, открывает целый спектр новых путей исследования, о которых до него едва ли можно было догадываться — стало быть, логика развития науки не так прямолинейна и очевидна, и уж во всяком случае она не является однозначной. Она задает предпосылки и условия протекания творческой деятельности ученого, но никоим образом не отменяет последней. В конце концов, научное знание порождается вполне конкретной научной деятельностью, которую осуществляют реальные исследователи и исследовательские коллективы. А эта деятельность, будучи деятельностью человеческой, является тем самым и объектом этической оценки.

Дилемма “объективная логика развития науки или социальная ответственность ученого” оказывается некорректно поставленной — ни один из членов этой оппозиции не отменяет другого.

Аргументы, с помощью которых они противопоставляются друг другу и на место социальной ответственности ставится объективная логика, при всей их видимой естественности опираются не столько на само по себе объективное положение дел, сколько на определенное — и притом, как мы видели, одностороннее — истолкование науки и научного познания.

Но тем самым теряют убедительность и основанные на этой оппозиции расхожие доводы такого, например, характера: “Если этого не сделаю я, то сделает кто-то другой” — ведь если все-таки это сделаю я, то именно я (а не объективная логика и не кто-то другой) буду и ответственным за это. Характерно, кстати, что подобные доводы едва ли будут сочтены

оправданием в том случае, когда речь идет об ошибках в методике проведения эксперимента или в доказательстве.

Конечно же, всегда существует возможность ошибок. Это, однако, не освобождает от критики того, кто совершает ошибку.

Более того, нормы, которые функционируют внутри научного сообщества и определяют профессиональные взаимоотношения между учеными, идут в этом смысле еще дальше. Прочитав в этой связи американских социологов Т.Парсонса и Н.Сторера: “Говорится, что “ученый — это человек, проявляющий склочный интерес к работе соседа”. Отсюда вытекает также полная личная ответственность, лежащая на каждом ученом: он не может оправдать ошибку в своей работе, сославшись на то, что позаимствовал ее у другого, поскольку с самого начала он должен был быть скептически настроен по отношению к чужой работе”.

### **СОЦИАЛЬНЫЕ СИЛЫ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ УЧЕНОГО**

В современных дискуссиях по проблеме социальной ответственности часто встречается и другая дилемма. В этом случае место объективной логики занимают столь же анонимные социальные силы.

Утверждается, что наука сама по себе этически нейтральна, а антигуманное использование ее достижений целиком и полностью обусловлено теми социальными силами, которые контролируют практическое применение результатов научных исследований.

Интересно, отметить, что в тех случаях, когда речь идет о позитивных последствиях использования научных достижений, проводить такую линию рассуждений частенько забывают — здесь-то уже ответственной оказывается именно наука и только наука. Конечно, в значительной мере эта аргументация справедлива — однако и в этом случае вопрос о социальной ответственности науки и ученого нельзя сбрасывать со счетов.

Верно, конечно, что достижения могут использоваться и подчас действительно используются в антигуманных целях. Но из этого отнюдь не следует, что с ученого снимается всякая ответственность за то, каким образом и кому служат результаты его исследований.

Отрицание ответственности науки перед обществом, как и ответственности ученого, фактически оборачивается пособничеством этим силам. Тот, кто отказывается рассматривать вопрос о социальной ответственности, ссылаясь на действие анонимных социальных сил, не в состоянии тем самым переложить бремя нравственного выбора и ответственности за выбор на эти силы — ведь самим своим отказом он уже производит выбор, и этот-то акт выбора и подлежит этической оценке.

В конечном счете, каждый научный результат независимо от того, какое практическое применение он получает — представляет собой индивидуальный вклад конкретного ученого, вклад конкретного коллектива, да и сами социальные силы действуют через посредство конкретных людей.

Здесь полезно будет вспомнить о том, что Нюрнбергский трибунал, как известно, признал ответственными тех врачей и ученых, которые “во имя

прогресса науки” проводили бесчеловечные эксперименты над узниками гитлеровских концлагерей. Не освободило их от ответственности и то, что они называли себя только орудием в руках нацистского режима.

Разумеется, в данном случае, речь шла о юридической, а не моральной ответственности — но значит ли это, что их эксперименты были нейтральными с этической точки зрения?

Стоит обратить внимание на то, что и при таком подходе познавательный момент в научной деятельности обособляется от ценностно-этических моментов и противопоставляется им, хотя здесь больше подчеркивается инструментальная, а не собственно познавательная сторона научного знания.

Результатом же — если эту линию рассуждений провести последовательно — оказывается то, что научная деятельность выступает как деятельность несамостоятельная, служебная, вторичная. Что касается ученого, то в этой ситуации он не может быть ответственной и суверенной в своих действиях личностью, а превращается в интеллектуальное орудие функционера и пособника социальных сил.

Впрочем, до такого вывода сторонники этой позиции обычно не доходят, поскольку он вступает в очевидное противоречие не только с внешней, но и с внутренней этикой науки. Действительно, статус и авторитет ученого в пределах научного сообщества определяется, прежде всего, именно его личным вкладом в развитие той или иной научной дисциплины — он, таким образом, оказывается ответственным за то, что им сделано. И эта норма является мощным стимулом в деятельности ученого.

Итак, мы можем сделать вывод: в оппозиции “социальные силы или ответственность ученого” оба ее члена не исключают друг друга.

И в этом случае их резкое противопоставление опирается на вполне определенное — и опять-таки одностороннее — истолкование науки и научного познания.

Говоря об этом, необходимо подчеркнуть, что мы не имеем ни оснований, ни намерения абсолютизировать или считать всемогущим чувство социальной ответственности ученых — ведь такая абсолютизация была бы чревата той же самой односторонностью. Речь идет лишь о том, чтобы показать, что социальная ответственность представляет собой одну из неотъемлемых сторон мира науки.

В этой связи можно привести слова одного из ведущих отечественных биологов В.А.Энгельгардта. “Нет сомнения, — пишет он, — что в случае глобальных проблем, кризисов ученым не раз придется обращаться к своей совести, призывать чувство ответственности, чтобы найти правильный путь преодоления возникающих угроз. И, разумеется, дело общественной совести ученых мира, общей ответственности — всемерно бороться с причинами, вызывающими вредные, губительные последствия, направлять научные поиски на исправление вреда, который сама наука, не взвесив и не учтя возможных последствий, могла принести, и тем самым оказаться причастной к возникновению тех или иных глобальных проблем”.

## **ОБ ОГРАНИЧЕНИИ СВОБОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В дискуссиях по проблемам социальной ответственности ученых нередко высказывается мнение о том, что вопрос о социальной ответственности касается только прикладных исследований и не распространяется на исследования фундаментальные.

Вот доводы, приводимые в пользу такой точки зрения:

— во-первых, результаты, а тем более возможные области практического приложения фундаментальных исследований непредсказуемы;  
— во-вторых, всякое вмешательство, затрагивающее их направление и методы, нарушает принцип свободы исследований.

Один из сторонников этой позиции — американский биохимик Э.Чейн писал:

“Прежде всего я утверждаю, что наука, поскольку она ограничивается... изучением законов природы, не имеет морального или этического качества. Моральные и этические трудности, вопросы о том, что правильно или неверно, возникают только тогда, когда научное исследование ставит задачу воздействия на природу, а эта задача, конечно, встает после описания природы, главной цели науки. В обсуждении моральных проблем...мы поэтому имеем дело не с описательной, а с прикладной наукой”.

Такая трактовка науки как всего лишь описания природы выглядит сегодня устаревшей. И вполне резонно английский философ А.Белси характеризует ее как свехупроценную, “поскольку ученые не могут проводить изучение законов природы, в то же самое время не воздействуя на природу”. Ученые активно манипулируя как с неорганическим, так и с органическим веществом. “И эта деятельность, пусть даже она будет сколь угодно чистой... может требовать моральной оценки”.

Что можно сказать в этой связи?

Действительно, результаты и приложения фундаментальных исследований очень часто непредсказуемы. Тем не менее мы с большой долей уверенности можем предполагать, что результаты сегодняшних фундаментальных исследований довольно быстро найдут самые разнообразные применения, причем эти применения, скорее всего, не обязательно будут лишены негативных сторон.

И хотя ученые могут не знать, каковы будут практические последствия того или иного открытия, они слишком хорошо знают, что “знание — сила”, и притом не всегда добрая, а потому должны стремиться к тому, чтобы предвидеть, что принесет человечеству и обществу то или иное открытие. Ведь при наличии такого стремления больше шансов своевременно распознать возможные нежелательные эффекты.

Что касается вопроса о свободе исследования, то здесь прежде всего необходимо отметить следующее.

Хорошо известно, что современные фундаментальные исследования, как правило, требуют совместного труда больших научных коллективов и сопряжены со значительными материальными затратами. Уже одно это —

хотим мы того или не хотим — накладывает неизбежные ограничения на свободу исследования.

Но не менее существенно и то, что нынешняя наука — вполне сформировавшийся и достаточно зрелый социальный институт, оказывающий серьезное воздействие на жизнь общества. Поэтому идея неограниченной свободы исследования, некогда бывшая прогрессивной, ныне уже не может приниматься безоговорочно, без учета той социальной ответственности, с которой должна быть неразрывно связана эта свобода.

И еще одно принципиальное обстоятельство — само противопоставление свободы исследования как требования, идущего изнутри научной деятельности, и социальной ответственности как того, что налагается на эту деятельность извне опирается на чрезмерно узкое понимание научной деятельности, ее мотивов и способов ее осуществления.

Конечно, наука есть поиск истины.

Но это именно искание, процесс, требующий усилий, а не созерцание где-то вне мира бытующей истины. Потому и путь к истине есть научная, но вместе с тем и человеческая деятельность, которую осуществляет человек, как целое, а не те или иные абстрагированные от него способности или интересы.

Вопрос о свободе исследований, о том, как она должна пониматься, был одним из центральных в ходе дискуссий вокруг экспериментов с рекомбинантной ДНК. По этому вопросу высказывались самые разные точки зрения. Наряду с защитой абсолютно ничем не ограничиваемой свободы исследований была представлена и диаметрально противоположная точка зрения — предлагалось регулировать науку так же, как регулируются железные дороги.

Между этими крайними позициями находится широкий диапазон мнений о возможности и желательности регулирования исследований, о том, кому должно принадлежать здесь решающее слово — самому исследователю, научному сообществу или обществу в целом.

Так, на взгляд американского биолога Р.Синшеймера, ныне существуют такие области исследований, которые обладают “сомнительными достоинствами”, так что их вообще лучше было бы не развивать с точки зрения будущего человечества.

К их числу Р.Синшеймер относит:

— работы по лазерному разделению изотопов, которое может сделать ядерное оружие легкодоступным для террористов;

— попытки установить контакты с внеземными цивилизациями, поскольку контакт с более развитой цивилизацией, чем земная, может оказать разрушительное воздействие на наши системы ценностей;

— исследования в области геронтологии, результатом которых может стать значительное постарение населения и вообще перенаселенность нашей планеты.

По мнению Р.Синшеймера, развитие науки до сих пор опиралось на скрытую предпосылку — веру в то, что природа достаточно эластична и

благожелательна по отношению к нашим попыткам ее исследования и анатомирования, что мы не сможем разрушить некоторые ключевые элементы защищающей нас среды, нашу экологическую нишу.

Ныне, считает он, эта предпосылка должна быть поставлена под сомнение и пересмотрена.

Рассматривая общеизвестный тезис о непредсказуемости результатов исследований, Р.Синшеймер высказал интересную мысль о том, что эта непредсказуемость — “не абсолют, а количественная и качественная переменная”.

Многими, однако, точка зрения Р.Синшеймера встречается критически. Отмечается, например, что запрет исследований в названных им трех областях заставил бы отказаться от проведения чрезвычайно большого количества исследований, так или иначе связанных с ними. Высказывалась и мысль о необходимости пересмотреть неявное соглашение между обществом в целом и научным сообществом, занятым в биомедицинских исследованиях.

В дальнейшем эта мысль начинает встречаться все чаще — свобода исследований рассматривается не как абсолютное право, а как своего рода контракт, соглашение между учеными и обществом, причем условия этого контракта могут подвергаться пересмотру в связи с изменениями общей ситуации.

Таким образом, вопрос о свободе исследований и о тех обязательствах, которые в этой связи налагаются на ученых — это вопрос, который весьма далек от окончательного решения, и в настоящее время здесь едва ли уместны какие-либо категорические заключения.

Имея в виду дебаты об исследованиях с рекомбинантной ДНК, американский историк науки Дж.Холтон задается вопросом действительно ли мы имеем здесь дело с серьезным вызовом, а не просто с чрезвычайно ярким, но краткосрочным возбуждением?

“Ответом, — продолжает Дж.Холтон, — будет четкое “да”. ... Мы только начали сталкиваться с такого рода проблемами. Ибо нравится это нам или нет, диспуты относительно мудрости или опасности наложения “пределов на научное исследование” могут оказаться неизбежными, а возможно, они даже и запоздали. В зависимости от конкретных ситуаций, требующих внимания, интенсивность дискуссий может возрастать или убывать; но они имеют некоторый предопределенный характер, и в зрелой форме будут сопровождать нас в грядущие времена”.

Дж.Холтон отмечает далее, что фактически ученые сегодня готовы заботиться об этике и практике науки, включая необходимые защитные пределы и ограничения. Сегодня следует признать, что в науке действует немало внутренних и внешних ограничений, многие из которых неизбежны и, более того, существенны для ее развития.

К примеру, считается само собой разумеющимся, что

— количественные результаты, там где их можно получить, предпочтительнее качественных;

— операциональные определения предпочтительнее метафизических;

- важные эксперименты требуют повторения;
- следует искать связи теории с практикой и т.д.

Существует немало и внешних ограничений, которые принимаются учеными как нечто вполне естественное — к примеру, те ограничения, которые связаны с экспериментированием на людях.

Все это показывает, что само существование и развитие науки сегодня попросту невозможно

без тех или иных форм и норм регулирования исследований и вообще научной деятельности.

### **Стандартная модель научного знания:**

Методологическая концепция логического позитивизма сформировалась в результате отождествления структуры классической экстенциональной логики (фундаментального раздела современной математической логики) со структурой всего научного знания и определенного гносеологического истолкования элементов этой структуры. Так возникла модель научного знания, которую логические позитивисты считали тем стандартом, на который должны ориентироваться все науки и научные теории. Эта модель имела определенное сходство с некоторыми математическими теориями, а поскольку логика и математика в той или иной мере включены во все научные дисциплины и служат для них образцом строгости и точности, считалось несомненным, что ядром общей методологии науки должны служить те понятия и принципы, которые были включены в дедуктивную модель науки.

В основе наиболее простой логической системы — пропозиционального исчисления — лежат "атомарные" предложения:  $A, B, C, \dots$  — Этим предложениям приписывают две основные характеристики:

- 1) каждое атомарное предложение является либо истинным, либо ложным;
- 2) атомарные предложения независимы одно от другого, т. е. истинность, или ложность одного из них никак не влияет на истинность или ложность других.

Из атомарных предложений с помощью логических связок образуются сложные, "молекулярные" предложения. К наиболее употребительным логическим связкам относят: отрицание ("неверно, что", символически: " $\sim$ ") конъюнкцию ("и", символически: " $\&$ "); дизъюнкцию ("или", символически: " $\vee$ "); импликацию ("если..., то...", символически:

" $>$ "). Из двух атомарных предложений  $A$  и  $B$  можно построить сложные предложения вида " $\sim A$ ", " $A \& B$ ", " $A ? B$ " и т. п. Затем эти молекулярные предложения мы также можем соединить связками и образовать еще более сложные предложения: " $\sim A ? A \& B$ ", " $(\sim A ? A \& B) \vee (A ? B)$ " и т. д. Так возникает иерархия все более сложных молекулярных предложений.

Поскольку от содержания атомарных предложений полностью отвлекаются, истинность, или ложность молекулярного предложения зависит только от истинности или ложности составляющих его атомарных

предложений. Например, предложение "Если  $2 \times 2 = 4$ , то уголь бел" будет ложным, а предложение "Если  $2 \times 2 = 5$ , то уголь бел" — истинным, т. к. импликация считается истинной всегда, когда ее антецедент ложен. Среди молекулярных предложений выделяют такие предложения, которые истинны при любых значениях атомарных предложений, — тавтологии, например, "Если  $A$ , то  $A$ ". Затем задают правила вывода и из числа тавтологий выбирают несколько аксиом, из которых по правилам вывода можно получить все остальные тавтологии. — Таково строение аксиоматической системы пропозициональной логики (логики предложений).

Добавляя к языку пропозициональной логики переменные для имен индивидов:  $x, y, z, \dots$  предикатные знаки (символы для обозначения свойств и отношений);  $P, Q, R, \dots$ , и кванторы:  $\forall$  ("для всех  $x$ "),  $\exists$  ("существует такой  $x$ , что"), мы получим более сложную логическую систему — исчисление предикатов. В исчислении предикатов появляется возможность формулировать общие и экзистенциальные предложения, например, вида " $\forall x (Px \vee \sim Qx)$ " или " $\exists x (Px \& Qx)$ " и т. п.

Общие предложения естественного языка, такие, например, как "Все металлы электропроводны", на языке исчисления предикатов обычно записываются в виде импликаций: "Для всякого  $x$ , если  $x$  — металл, то  $x$  электропроводен", или " $\forall x (\text{Металл}(x) \rightarrow \text{Электропроводен}(x))$ ". Значение истинности общих и экзистенциальных предложений — подобно значениям истинности молекулярных предложений — определяется значениями истинности атомарных предложений. Предложения вида " $\forall x Px$ " считается истинным, если существует хотя бы один предмет  $a$ , который обладает свойством  $P$ , т. е. если истинно атомарное предложение " $Pa$ ". Для истинности общего предложения вида " $\forall x Px$ " требуется, чтобы были истинными все атомарные предложения вида " $Pa$ ", " $Pb$ " и т. д.

Стройное аксиоматическое представление логики было дано в трехтомном труде Е. Рассела и А. И. Уайтхеда "*Principia Mathematica*" (1910—1913 гг.). А в 1921 г. вышла в свет блестящая работа ученика и друга Рассела австрийского философа Людвига Витгенштейна "Логико-философский трактат". Сама концепция созрела в голове Витгенштейна уже к 1914 году, однако душевный порыв бросил его на фронт и четыре года — сначала в окопах, а потом в плену, — он носил рукопись своего будущего труда в походном мешке. Вернувшись в 1919 г. в Вену, Витгенштейн стал готовить рукопись к изданию, однако его сильно расстроило предисловие Рассела, которое показалось ему слишком поверхностным. Вверив судьбу рукописи Расселу, Витгенштейн забросил занятия философией и отправился учительствовать в деревенскую школу. Философские бури, порожденные его "Трактатом", прошли мимо него. С изучения именно этой тоненькой (меньше 100 страниц) книжки Витгенштейна и начали свои философские штудии члены Венского кружка. Она произвела на них завораживающее впечатление.

В этот первый период своего творчества, отраженный в "Трактате", Витгенштейн создал простую модель реальности, служащую зеркальным



отображением структуры языка пропозициональной логики. Согласно его представлениям, действительность состоит не из вещей, предметов, явлений, а из атомарных фактов, которые могут объединяться в более сложные, молекулярные факты. Подобно атомарным предложениям логики, атомарные факты независимы один от другого. "Любой факт может иметь место или не иметь места, а все остальное останется тем же самым", — утверждает Витгенштейн. Атомарные факты инках не связаны друг с другом, поэтому в мире нет никаких закономерных связей: "Вера в причинную связь есть предрассудок".

Онтологизируя структуру языка пропозициональной логики, т. е. отождествляя ее со структурой реального мира, Витгенштейн делает ту структуру общей для всего научного знания. Если действительность представляет собой лишь комбинацию элементов одного уровня — фактов, то наука должна быть комбинацией предложений, отображающих факты и их разнообразные сочетания. Все, что претендует на выход за пределы этого "одномерного" мира фактов, все, что апеллирует к связям фактов или к глубинным сущностям, определяющим их наличие или отсутствие, должно быть изгнано из науки.

Конечно, в языке науки очень много предложений, которые непосредственно как будто не отображают фактов, но это обусловлено тем, что "язык передевает мысли", он передает их в искаженной форме. К тому же в языке науки, естественном языке и особенно в языке философии большое число предложений действительно не говорят о фактах и является попросту бессмысленным. "Большинство предложений и вопросов, — полагает Витгенштейн, — высказанных по поводу философских проблем, не ложны, а бессмысленны. Поэтому мы вообще не можем отвечать на такого рода вопросы, мы можем только установить их бессмысленность". Для наглядной демонстрации того, что язык науки действительно имеет структуру языка пропозициональной логики, нужен логический анализ этого языка, который должен выявить подлинную структуру утверждений науки и изгнать из нее бессмысленные предложения. Это объясняет чрезвычайную важность логического анализа языка в методологическом исследовании науки.

Вот эти идеи Витгенштейна были подхвачены и развиты в позитивистском духе членами Венского кружка, которые к учению Витгенштейна о структуре мира добавили определенные гносеологические предпосылки. Если Витгенштейн "онтологизировал" структуру языка пропозициональной логики, то логические позитивисты "гносеологизировали" ее.

### **К.Поппер о природе научного знания:**

Рассматривая наиболее характерную особенность науки в фальсифицируемости ее теорий, Поппер приходит к специфическому истолкованию научного знания и научного метода. Свое понимание знания он противопоставляет *эссенциализму*, который был наиболее распространен в

XV111—XIX вв., и *инструментализму*, широко распространившемся в XX в.

**а) Эссенциализм.** Эссенциалистское истолкование научного знания восходит, по мнению Поппера, к Галилею и Ньютону. Его суть можно выразить в трех следующих тезисах.

1. Ученые стремятся получить истинное описание мира.

2. Истинная теория описывает "сущности", лежащие в основе наблюдаемых явлений.

3. Поэтому, если теория истинна, то она не допускает никакого сомнения и не нуждается в дальнейшем объяснении или изменении.

Поппер принимает первый тезис. Он не хочет оспаривать и второго тезиса, хотя не принимает его: "Я вполне согласен с эссенциализмом относительно того, что много от нас скрыто и что многое из того, что скрыто, может быть обнаружено... Я даже не склонен критиковать тех, кто пытается понять 'сущность мира'". Идею сущности Поппер отвергает лишь потому, что из нее вытекает третий тезис, с которым он решительно не согласен. Если мы признаем наличие последней сущности мира, то мы должны признать и возможность окончательного объяснения, не нуждающегося в исправлении и улучшении. Ясно, что Поппер не может допустить в науке никаких окончательных объяснений. Такое объяснение нельзя было бы фальсифицировать, поэтому, согласно его критерию демаркации, оно было бы ненаучным.

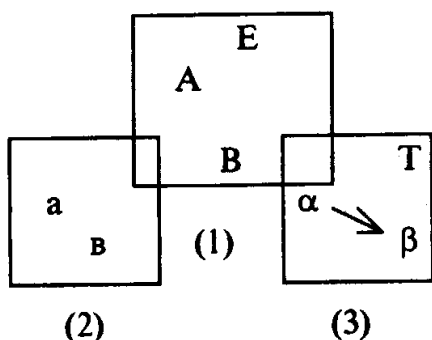
Поппер критикует эссенциализм, показывая, что вера в сущности и в окончательные объяснения препятствует развитию науки. Например, последователи Ньютона эссенциалистски интерпретировали его механику. По их убеждению, Ньютон открыл, что каждая частица материи обладает тяжестью, т. е. присущей ей способностью притягивать другие материальные частицы, и инерцией — внутренней способностью сопротивляться изменению состояния движения. Тяжесть и инерция были объявлены существенными свойствами материи. Законы движения Ньютона описывают проявления этих существенных свойств. С помощью этих законов можно объяснить наблюдаемое поведение материальных тел. Но можем ли мы попытаться объяснить саму теорию Ньютона с помощью некоторой другой, более глубокой теории? По мнению эссенциалистов, это не нужно и невозможно. Эссенциалистская вера в то, что теория Ньютона описала последнюю глубинную сущность мира и дала его окончательное объяснение, в значительной мере, считает Поппер, виновна в том, что эта теория господствовала до конца XIX в. и не подвергалась критике. Влиянием этой веры можно объяснить то обстоятельство, что никто не ставил таких вопросов, как "Какова причина гравитации?", обсуждение которых могло бы ускорить научный прогресс. Отсюда Поппер делает вывод о том, что "вера в сущности (истинные или ложные) может создавать препятствия для мышления — для постановки новых и плодотворных проблем".

Выступление Поппера против эссенциализма и понятия сущности дало некоторым его критикам повод сближать его позицию в этом вопросе с

логическим позитивизмом. Так Б. С. Грязнов в своем критическом анализе методологии Поппера замечает: "В этом отношении позиция Поппера полностью совпадает со всей традицией позитивизма:

не существует того, что в философии называют 'сущностью'. Задача науки — отвечать на вопрос 'как?', а не 'что?' и 'почему?'" . Сейчас с мнением Б. С. Грязнова уже трудно согласиться. Сходство позиции Поппера с логическим позитивизмом здесь по-видимому чисто внешнее. Логический позитивизм не признает сущностей потому, что сводит мир к одной "плоскости" чувственных впечатлений или наблюдаемых фактов. Поппер же допускает в физическом мире существование целой иерархии различных структурных уровней. С понятием сущности он воюет лишь потому, что ему кажется, будто это понятие обязательно должно приводить к признанию окончательных объяснений. Если бы он осознал, что можно использовать понятие сущности и в то же время отвергать окончательные объяснения в науке, он, возможно, не стал бы бороться с этим понятием.

**б) Инструментализм.** Поппер дает чрезвычайно ясное и простое изложение инструменталистской концепции и ее отличия от эссенциализма. С точки зрения последнего мы должны проводить различие между: 1) универсумом сущностей; 2) универсумом наблюдаемых феноменов; 3) универсумом языка. Каждый из них можно представить в виде плоскости:



Здесь  $a$  и  $v$  — наблюдаемые феномены;  $A$ ,  $B$  — соответствующие сущности;  $?$  и  $?$  — символические представления или описания этих сущностей;  $E$  представляет существенную связь между  $A$  и  $D$ ;  $T$  — теория, описывающая связь  $E$ . Из  $a$  и  $T$  мы можем вывести  $p$ . Это означает, что с помощью теории мы можем объяснить, почему появление  $a$  вызывает появление  $v$ . Инструментализм отбрасывает плоскость (1), т. е. универсум сущностей. Тогда  $a$  и  $P$  непосредственно относятся к наблюдаемым феноменам  $a$  и  $v$ , а  $T$  вообще ничего не описывает и представляет собой инструмент, помогающий дедуцировать  $?$  из  $a$ .

Поппер согласен с инструменталистами в том, что научные теории являются инструментами для получения предсказаний. Но когда инструменталисты говорят, что теории есть *только* инструменты и не претендуют на описание чего-то реального, они ошибаются. Научные теории всегда претендуют на то, что они описывают нечто существующее и

выполняют не только инструментальную, но и дескриптивную функцию. Поппер показывает это следующим образом.

Инструментализм уподобляет научные теории правилам вычисления. Чтобы показать ошибочность инструменталистского понимания науки, нужно продемонстрировать отличие теорий от вычислительных правил. Поппер это делает, отмечая, во-первых, что научные теории подвергаются проверкам с целью их фальсификации, т. е. в процессе проверки мы специально ищем такие случаи и ситуации, в которых теория должна оказаться несостоятельной. Правила и инструменты не подвергаются таким проверкам. Бессмысленно пытаться искать случаи, когда, скажем, отказывают правила умножения.

Во-вторых, теория в процессе фальсифицируется, т. е. отбрасывается как обнаружившая свою ложность. В то же время, правила и инструменты нельзя фальсифицировать. Если, например, попытка побриться топором терпит неудачу, то это не означает, что топор плох и его следует выбросить, просто бритье не входит *в сферу его применимости*. "Инструменты и даже теории *в той мере, в которой они являются инструментами*, не могут быть опровергнуты. Следовательно, инструменталистская интерпретация не способна понять реальных проверок, являющихся попытками опровержения, и не может пойти дальше утверждения о том, что *различные теории имеют разные области применения*".

И, наконец, в-третьих, инструментализм, рассматривая теории как правила, спасает их от опровержения, истолковывая фальсификации как ограничения сферы применимости теорий-инструментов. Тем самым инструментализм тормозит научный прогресс, способствуя консервации опровергнутых теорий и препятствуя их замене новыми, лучшими теориями. Таким образом, *"отвергая фальсификацию и подчеркивая применение, инструментализм оказывается столь же обскурантистской философией, как и эссенциализм"*

## МЕТОД НАУКИ

Важнейшим, а иногда и единственным методом научного познания долгое время считали *индуктивный* метод. Согласно индуктивистской методологии, восходящей к Ф. Бэкону, научное познание начинается с наблюдения и констатации фактов. После того как факты установлены, мы приступаем к их обобщению и построению теории. Теория рассматривается как обобщение фактов и поэтому считается достоверной. Однако еще Д. Юм заметил, что общее утверждение нельзя вывести из фактов, и поэтому всякое индуктивное обобщение недостоверно. Так возникла проблема оправдания индуктивного вывода: что позволяет нам от фактов переходить к общим утверждениям?

Осознание неразрешимости проблемы оправдания индукции и истолкование индуктивного вывода как претендующего на достоверность своих заключений привели Поппера к отрицанию индуктивного метода познания вообще. Поппер затратил много сил, пытаясь показать, что та

процедура, которую описывает индуктивный метод, не используется и не может использоваться в науке.

Прежде всего, он указывает на то, что в науке нет твердо установленных фактов, т. е. того бесспорного эмпирического базиса, который служит отправным пунктом индуктивной процедуры. Все наши констатации фактов являются утверждениями, а всякое утверждение носит гипотетический характер и может быть опровергнуто. Не существует и "чистого" наблюдения, которое могло бы снабдить нас достоверными фактами, так как "наблюдение всегда носит избирательный характер. Нужно выбрать объект, определенную задачу, иметь некоторый интерес, точку зрения, проблему. А описание наблюдений предполагает дескриптивный язык и определенные свойства слов; оно предполагает сходство и классификацию, которые, в свою очередь, опираются на интерес, точку зрения и проблему". Таким образом, наука в противоположность тому, что рекомендует индуктивный метод, не может начать с наблюдений и констатации фактов. Прежде чем приступить к наблюдениям, необходимо иметь некоторые теоретические средства, определенные знания о наблюдаемых вещах и проблему, требующую решения.

Можно далее показать, что скачок к общему утверждению часто совершается не от совокупности, а от одного единственного факта. Это свидетельствует о том, что факты являются не базой для индуктивного обобщения и обоснования, а лишь *поводом* к выдвижению общего утверждения. Даже в тех случаях, когда имеется совокупность фактов, общее утверждение или теория настолько далеко превосходят эти факты по своему содержанию, что, по сути дела, нет разницы, от какого количества фактов мы отталкиваемся при создании теории. Их всегда будет недостаточно для ее обоснования. Таким образом, приходит к выводу Поппер, "индукция, т. е. вывод, опирающийся на множество наблюдений, является мифом. Она не является ни психологическим фактом, ни фактом обыденной жизни, ни фактом научной практики".

Ошибочность индуктивизма, по мнению Поппера, заключается главным образом в том, что он стремится к *обоснованию* наших теорий с помощью наблюдения и эксперимента. Такое обоснование невозможно. Теории всегда остаются лишь необоснованными рискованными предположениями. Факты и наблюдения используются в науке не для обоснования, не в качестве базиса индукции, а только для проверки и опровержения теорий — в качестве базиса фальсификации. Это снимает старую философскую проблему оправдания индукции. Факты и наблюдения дают повод для выдвижения гипотезы, которая вовсе не является их обобщением. Затем с помощью фактов пытаются фальсифицировать гипотезу. Фальсифицирующий вывод является дедуктивным. Индукция при этом не используется, следовательно, не нужно заботиться о ее оправдании.

Каков же метод науки, если это не индуктивный метод? Познающий субъект противостоит миру не как *tabula rasa*, на которой природа рисует свой портрет. Человек всегда опирается на определенные теоретические

установки в познании действительности; процесс познания начинается не с наблюдений, а с выдвижения догадок, предположений, объясняющих мир. Свои догадки мы соотносим с результатами наблюдений и отбрасываем их после фальсификации, заменяя новыми догадками. Пробы и ошибки — вот из чего складывается метод науки. Для познания мира, утверждает Поппер, *"нет более рациональной процедуры, чем метод проб и ошибок — предположений и опровержений: смелое выдвижение теории; попытки наилучшим образом показать ошибочность этих теории и временное их признание, если критика оказывается безуспешной"*. Метод проб и ошибок характерен не только для научного, но и для всякого познания вообще. И амеба, и Эйнштейн пользуются им в своем познании окружающего мира, говорит Поппер. Более того, метод проб и ошибок является не только методом познания, но и методом всякого развития. Природа, создавая и совершенствуя биологические виды, действует методом проб и ошибок. Каждый отдельный организм — это очередная проба; успешная проба выживает, дает потомство; неудачная проба устраняется как ошибка.

Еще дальше отходит Поппер от своих гносеологических установок в учении о содержании и правдоподобии научных теорий. Понятие правдоподобия несовместимо с узколобым фальсификационизмом и с механическим перебором "проб". Может быть, поэтому оно не оказало большого влияния на развитие попперианской школы.

**Истина.** До 1935 г., говоря о науке и ее развитии, Поппер избегал упоминать понятие истины. Теорию корреспонденции Л. Витгенштейна, согласно которой структура истинного атомарного предложения изоморфна структуре атомарного факта, он считал наивной и ошибочной. Столь же неприемлемыми для него были прагматистская и конвенционалистская теории истины. Однако вскоре после выхода в свет "Логики исследования" Поппер встретился с А. Тарским, который познакомил его с идеями своей семантической концепции истины. Поппер сразу же принял теорию Тарского и с тех пор широко использовал идею истины в своих философских и методологических работах.

Величайшим достижением Тарского, считает Поппер, является то, что он заново обосновал теорию корреспонденции и показал, что можно использовать классическую идею истины как соответствия фактам, не впадая в субъективизм и противоречия. Если понятия "истина" считать синонимом понятия "соответствия фактам", то для каждого утверждения можно легко показать, при каких условиях оно соответствует фактам. Например, утверждение "Снег бел" соответствует фактам тогда и только тогда, когда снег действительно бел. Эта формулировка вполне выражает смысл классической или, как предпочитает говорить Поппер, "объективной" теории истины.

Привлекательность объективной теории истины Поппер видит в том, что она позволяет нам утверждать, что некоторая теория истинна, даже в том случае, когда никто не верит в эту теорию, и даже когда нет оснований верить в нее. В то же время другая теория может быть ложной, несмотря на

то, что есть сравнительно хорошие основания для ее признания. Это показалось бы противоречивым с точки зрения любой субъективистской теории истины, но объективная теория считает это вполне естественным. Объективная теория истины четко различает истину и ее критерий, поэтому допускает, что, даже натолкнувшись на истинную теорию, можно не знать, что она истинна. Таким образом, классическое понятие истины в его формально-логической обработке оказывается вполне совместимым с фальсификационизмом. Имеется истина и имеется ложь, ничего третьего не дано. Люди обречены иметь дело только с ложью. Однако благодаря имеющемуся у них представлению об истине они осознают это. И, отбрасывая ложь, они надеются приблизиться к истине. "Только идея истины позволяет нам осмысленно говорить об ошибках и о рациональной критике и делает возможной рациональную дискуссию, т. е. критическую дискуссию, в поисках ошибок с целью устранения тех из них, которые мы сможем обнаружить, для того чтобы приблизиться к истине. Таким образом, сама идея ошибки и способности ошибаться включает идею объективной истины как стандарта, которого мы не сможем достигнуть".

Фальсификационизм может довольствоваться идеей истины как некоторого регулятивного идеала, ориентируясь на который мы отбрасываем фальсифицированные теории. Однако, когда Поппер попытался описать прогрессивное развитие науки, формально-логического понятия истины и простой дихотомии истина—ложь оказалось недостаточно. Как показать, что мы действительно чему-то "учимся на ошибках", что наши теории не бесплодны? Для описания научного прогресса Поппер вводит понятие "интересной истины", т. е. истины, дающей ответ на определенные научные проблемы. "Ясно, что нам нужна не просто истина — мы хотим иметь больше истины и новой истины. Нас не устраивает 'дважды два — четыре', хотя это истина; мы не обращаемся к повторению таблицы умножения, сталкиваясь с трудными проблемами в топологии или в физике. Только истина недостаточна, ибо *мы ищем ответ на наши проблемы...* Только в том случае, если истина или предположение относительно истины дают ответ на некоторую проблему — трудную, плодотворную, глубокую проблему, они приобретают значение для науки". Различие между "просто истиной" и "интересной истиной" заставляет Поппера обратиться к анализу содержания наших теорий и гипотез.

**Содержание теорий.** Поппер выделяет несколько видов содержания. Прежде всего, согласно критерию демаркации всякая научная теория имеет *эмпирическое содержание* — совокупность тех "базисных" предложений, которые она запрещает. Иначе говоря, эмпирическое содержание теории равно классу ее потенциальных фальсификаторов.

*Логическим содержанием* некоторого утверждения или теории  $T$  — символически  $St(T)$  — Поппер называет класс всех логических следствий  $T$ . Это означает, что содержание теории зависит от принятой системы логических правил вывода. Попытка Поппера определить понятие содержания, опираясь на понятие логического следования, столкнула его с

трудностями, аналогичными тем, которые оказались неразрешимыми для логических позитивистов. Понятие логического вывода может быть точно определено только для формализованных систем; в естественнонаучных теориях вывод обычно опирается на интуитивно-содержательные представления. Поэтому понятие содержания, определенное через понятие логического вывода, неприменимо к реальным научным теориям. Кроме того, поскольку понятие логического следования чаще всего опирается на правила экстенциональной логики, постольку попперовское определение понятия содержания попадает в паутину "парадоксов" экстенционального языка. Ясно, что конъюнкция двух утверждений  $A \ \& \ B$  по своему содержанию превосходит каждое из составляющих ее утверждений. Вместе с тем *вероятность* конъюнкции будет меньше, чем вероятность каждого из составляющих утверждений. Отсюда вытекает тот известный вывод Поппера, что чем более содержательна научная теория, тем она более невероятна.

Если некоторое утверждение  $A$  истинно, то класс его следствий будет включать только истинные утверждения. Если же  $A$  ложно, то среди его следствий могут встретиться как истинные, так и ложные утверждения. Совершенно естественная идея. Однако Поппер здесь отходит от экстенциональной логики, в которой из ложного утверждения следует "все что угодно". С точки зрения экстенциональной логики, содержанием ложного утверждения будет весь мир и, таким образом, два любых ложных утверждения имеют одно и то же содержание. Поппер не принимает этого и говорит о том, что разные ложные утверждения имеют разное содержание. Он был знаком с работами К. И. Льюиса и возможно, говоря о содержании и о логическом следовании, имел в виду нечто подобное той логике "строгой импликации", которую построил Льюис. Однако он постоянно сбивается на экстенциональное понимание логики. Ориентация на логику, но неясность в понимании различных ее систем, обусловили неясность и даже противоречивость его понятий содержания и правдоподобия. Например, допустим, что сегодня понедельник, а мы высказываем утверждение "Сегодня вторник". Это утверждение будет ложным. Однако среди его следствий встретятся и истинные утверждения, например, "Неверно, что сегодня среда", "Сегодня понедельник или вторник" и т. п. Поэтому, считает Поппер, можно приписать некоторое истинное содержание даже ложным утверждениям. И мы можем сравнивать различные утверждения относительно того, какое количество истинных следствий включено в их содержание. Так Поппер приходит к идее истинного и ложного содержания научных теорий.

Несмотря на то, что все научные теории ложны, они имеют истинное содержание. Истинным содержанием теории  $T$  (символически  $St_T(T)$ ) Поппер называет класс всех истинных следствий  $T$ . Ложное содержание  $T$  (символически  $St_F(T)$ ) определяется им как разность логического содержания и истинного содержания  $T$  (символически  $St_F(T) = St(T) - St_T(T)$ ).

Я не буду здесь углубляться с анализ попперовских понятий содержания. Можно заметить лишь одно: интуитивные идеи Поппера чрезвычайно



интересны, но выражение их с помощью средств символической логики — гораздо более трудная задача, чем ему, может быть, казалось.

**Понятие правдоподобия.** Соединяя понятие истины с понятием содержания, Поппер приходит к понятию правдоподобия. Если сравнить две теории  $T_1$  и  $T_2$  в их отношении к истине, то мы можем сказать, что " $T_2$  ближе к истине или лучше соответствует фактам, чем  $T_1$  тогда и только тогда, когда: а) истинное, но не ложное содержание  $T_2$  превосходит истинное содержание  $T_1$  или б) ложное, но не истинное содержание  $T_1$  превосходит ложное содержание  $T_2$ ".

Это и выражает идею правдоподобия: теория  $T_2$  будет в этом случае более правдоподобна, чем теория  $T_1$ . В методологическом описании развития научного знания Поппер заменяет понятие "истина" понятием "приближение к истине", т. е. понятием "степень правдоподобия". Последнее понятие выражает ту мысль, что чем больше истинное содержание теории и чем меньше ее ложное содержание, тем ближе эта теория к истине. Простейшим определением понятия "степень правдоподобия теории  $T$ " (символически  $V_s(T)$ ) будет такое:  $V_s(T) = Ct_T(T) - Ct_F(T)$ . Из этого определения следует, что  $V_s(T)$  возрастает, если возрастает  $Ct_T(T)$ , а  $Ct_F(T)$  остается неизменным, или  $Ct_F(T)$  уменьшается, а  $Ct_T(T)$  остается (по крайней мере) неизменным.

Понятие правдоподобия, считает Поппер, носит столь же объективный характер, как и понятие истины. Одна теория может быть более правдоподобна, чем другая, независимо от того, знаем мы об этом или нет. Степень правдоподобия является объективным свойством научных теорий, а не нашей субъективной оценкой. Поэтому, как и в случае с понятием истины, здесь вновь нужно проводить различие между определением понятия правдоподобия и критерием правдоподобия, т. е. различать вопросы "Что вы имеете в виду, когда говорите, что одна теория более правдоподобна, чем другая?" и "Как установить, что одна теория более правдоподобна, чем другая?". Ответ на первый вопрос дает определение. Ответ на второй вопрос аналогичен ответу на вопрос о критерии истины: "Я не знаю — я только предполагаю. Но я могу критически проверить мои предположения, и если они выдерживают разнообразную критику, то этот факт может быть принят в качестве хорошего критического основания в их пользу". Короче говоря, нельзя с уверенностью утверждать, что одна теория более правдоподобна, чем другая, можно лишь высказать предположение об этом.

Из определения понятия правдоподобия следует, что максимальная степень правдоподобия может быть достигнута только такой теорией, которая не просто истинна, но и полностью и исчерпывающе истинна, т. е. если она соответствует всем реальным фактам. Такая теория является, конечно, недостижимым идеалом. Однако понятие правдоподобия может быть использовано при сравнении теорий для установления степени их правдоподобия. Возможность использования понятия правдоподобия для сравнения теорий Поппер считает основным достоинством этого понятия — достоинством, которое делает его даже более важным, чем само понятие истины.

Понятие правдоподобия не только помогает нам при выборе лучшей из двух конкурирующих теорий, но позволяет дать сравнительную оценку даже тем теориям, которые были опровергнуты. Если теория  $T_2$ , сменившая  $T_1$ , также через некоторое время оказывается опровергнутой, то с точки зрения традиционных понятий истины и лжи она будет просто ложной и в этом смысле ничем не отличается от теории  $T_1$ . Это показывает недостаточность традиционной дихотомии истина—ложь при описании развития и прогресса знания. Понятие же правдоподобия дает нам возможность говорить, что  $T_2$  все-таки лучше, чем  $T_1$ , так как более правдоподобна и лучше соответствует фактам. Благодаря этому понятие правдоподобия позволяет нам расположить все теории в ряд по возрастанию степени их правдоподобия и таким образом выразить прогрессивное развитие научного знания.

Введение понятия правдоподобия является важным вкладом Поппера в философию науки. Когда в "Логике исследования" Поппер говорит о структуре научных теорий, об их проверке и фальсифицируемости, он обошелся без понятия истины. Для анализа структуры знания было достаточно одних логических отношений между понятиями и утверждениями научной теории. После 1935 г. Поппер включает в свою методологию понятие истины. Это оказалось необходимым для отличия "реалистского" понимания научного знания от его инструменталистской трактовки. Чтобы в противовес инструментализму подчеркнуть, что научная теория не просто машина для производства эмпирических следствий, а еще и описание реальных вещей и событий, необходимо понятие истины.

До тех пор пока Поппер твердо стоял на фальсификационистской позиции и видел в движении познания лишь простое изменение, но не прогресс, он мог довольствоваться формально-логическими понятиями истины и лжи даже при анализе развития науки. Вся теория разделяется на два класса — те, ложность которых уже обнаружена, и те, которые еще считаются истинными. Как только ложность теории обнаружена, она отбрасывается и заменяется новой. В этом состоит "научное изменение". Все теории в равной степени являются заблуждениями предшествующих поколений и нет преимущества в замене, например, физики Аристотеля физикой Галилея. Фальсификационизм мог признать и описать "научное изменение" как постоянное обнаружение и отбрасывание лжи, но он не видел прогресса в этом "изменении".

Когда же Поппер попытался выразить в своей методологии идею прогресса, формально-логических понятий истины и лжи оказалось недостаточно, поэтому он ввел понятие правдоподобия как степени приближения к истине. Теперь его методологическая концепция приблизилась к реальной истории науки и он смог утверждать в соответствии с мнением ученых, что переход от физики Аристотеля к физике Галилея был не просто переходом от одной ложной теории к другой, столь же ложной, а переходом от менее истинной теории к более истинной. Отсюда вытекает важный философский вывод: если методологическая концепция обращается к анализу развития знания и видит в этом развитии прогресс, то наряду с

формально-логическими понятиями истины и лжи она должна включать в себя и понятие приближения к истине, которое играет здесь главную роль. Поппер понял это, подчеркнув, что понятие правдоподобия является "более применимым и, следовательно, более важным для анализа научных методов, чем само понятие истины". Большая часть критиков Поппера увлеклась рассмотрением технических некорректностей его определения и, кажется, не оценила в полной мере глубокого философского значения его понятия правдоподобия.

### ***УСЛОВИЯ РОСТА ЗНАНИЯ***

Для того чтобы сохранить эмпирический характер и не превратиться в метафизическую догму, наука необходимо должна развиваться. В ней постоянно должны происходить выдвижение новых теорий, их проверка и опровержение. Если же этот процесс приостанавливается и некоторые теории господствуют в течение длительного времени, то они превращаются в неопровержимые метафизические системы. "Я утверждаю, что непрерывный рост является существенным для рационального и эмпирического характера научного познания и, если наука перестает расти, она теряет этот характер. Именно способ роста делает науку рациональной и эмпирической, т. е. тот способ, с помощью которого ученые проводят различия между существующими теориями и выбирают лучшую из них или (если нет удовлетворительной теории) выдвигают основания для отвержения всех имеющихся теорий, формулируя те условия, которые должна выполнять удовлетворительная теория".

Какие же требования должна выполнять научная теория, чтобы считаться удовлетворительной?

Перед учеными стоит проблема: найти новую теорию, способную объяснить определенные экспериментальные факты — факты, которые успешно объяснялись прежними теориями; факты, которых прежние теории не смогли бы объяснить; факты, с помощью которых эти прежние теории были фальсифицированы. Новая теория должна также устранить некоторые теоретические трудности: как освободиться от *ad hoc* гипотез, как объединить в одно целое ранее несвязанные гипотезы и т. п. Если ученому удастся создать теорию, разрешающую все эти трудности, то тем самым он уже сделает значительный вклад в развитие познания. Однако, по мнению Поппера, недостаточно, чтобы новая теория объясняла известные факты и решала известные теоретические трудности. Для того чтобы ее можно было считать новым приближением к истине, она должна удовлетворять еще некоторым требованиям.

**Первое:** новая теория должна исходить из какой-либо простой, новой, плодотворной и цельной идеи относительно некоторых связей или отношений (например, идеи гравитационного притяжения) между до сих пор несвязанными вещами (такими, как планеты и яблоки), или фактами (такими, как инерционная и гравитационная масса), или новыми "теоретическими сущностями" (такими, как поля и частицы). — Это требование простоты.

**Второе:** новая теория должна быть независимо проверяема. Это означает, что наряду с объяснением известных фактов новая теория должна иметь новые и проверяемые следствия (предпочтительно следствия нового рода), вести к предсказанию новых явлений. Это требование необходимо, так как без него новая теория может быть теорией *ad hoc*, ибо всегда можно создать теорию, которая будет соответствовать любому данному множеству фактов, требующих объяснения.

Если выполнено второе требование, то новая теория будет представлять собой потенциальный шаг вперед в развитии познания, каков бы ни был исход новых проверок. Новая теория, удовлетворяющая второму требованию, будет лучше проверяема, чем предшествующая ей теория, так как она не только объясняет все факты предыдущей теории, но и предсказывает новые, которые ведут к новым проверкам. Кроме того, выполнение второго требования обеспечивает большую плодотворность новой теории. Она приводит нас к постановке новых экспериментов и, даже если их результаты сразу опровергнут новую теорию, наше знание будет тем не менее возрастет, так как результаты новых экспериментов, опровергнувшие предложенную теорию, поставят перед нами новые проблемы, решение которых потребует создания новых теорий. Таким образом, если новая теория удовлетворяет второму требованию, то она уже является определенным шагом вперед в росте и развитии нашего знания. Первые два требования ограничивают область поисков новой теории, отбрасывая тривиальные и неинтересные решения стоящей перед нами проблемы.

**Третье:** "... мы требуем, чтобы теория выдержала некоторые новые и строгие проверки".

Ясно, что это последнее требование резко отличается от двух первых. Выполнение первых двух требований можно установить посредством логического анализа старой и новой теории, и в этом смысле они являются "формальными" требованиями. Что же касается третьего требования, то его выполнение можно установить только с помощью эмпирической проверки новой теории, и в этом смысле оно является "материальным" требованием. Выполнение первых двух требований необходимо для того, чтобы новую теорию можно было вообще рассматривать всерьез и ставить вопрос о ее эмпирической проверке. Многие новые теории, весьма многообещающие и интересные, были опровергнуты при первой же попытке. Примером может служить теория Бора, Крамерса и Слэйтера (1924 г.), которая по своей интеллектуальной ценности, как считает Поппер, была почти равна квантовой теории Бора (1913 г.). Однако она сразу же была опровергнута фактами. Даже теория Ньютона в конце концов была опровергнута, и можно быть уверенным в том, что то же самое произойдет и с каждой новой теорией. Опровержение же теории через шесть месяцев, а не через шесть лет или шесть столетий, является, по мнению Поппера, не более чем исторической случайностью.

Опровержение теории часто рассматривается как неудача ученого или, по крайней мере, созданной им теории. Поппер подчеркивает, что это — индуктивистской предрассудок. Каждое опровержение следует считать большим успехом не только ученого, который опроверг теорию, но и того ученого, который создал эту теорию и предложил тем самым опровергающий эксперимент. Даже если новая теория существовала недолго (как упомянутая теория Бора, Крамерса и Слэйтера), она не может быть забыта; она оставила после себя новые экспериментальные факты, новые проблемы и благодаря этому послужила прогрессу науки. Все это говорит о том, что третье требование не является необходимым в обычном смысле слова: даже та теория, которая не удовлетворяет этому требованию, может внести важный вклад в науку. Поэтому это требование необходимо в другом смысле.

Дальнейший прогресс в науке становится невозможным, полагает Поппер, если не выполняется третье требование. Новые теории предсказывают новые эффекты, выдвигают новые проверяемые следствия (например, теория Ньютона предсказала отклонения движения планет от законов Кеплера, обусловленные взаимным притяжением планет). Новые предсказания такого рода должны достаточно часто подтверждаться, для того чтобы прогресс науки был непрерывным: "... чрезвычайно существенно, что великие теории стремятся к новым завоеваниям неизвестного, к новым успехам в предсказании того, о чем никогда не думали ранее. Нам нужны такие успехи, как успех Дирака, античастицы которого пережили отказ от некоторых других аспектов его теории, или успех теории мезона Юкавы. Нам нужен успех, эмпирическое подтверждение некоторых наших теорий хотя бы для того, чтобы оценить важность успешных и плодотворных опровержений (подобных опровержению четности). Мне представляется совершенно очевидным, что только благодаря этим временным успехам наших теорий мы можем достаточно разумно приписывать нашим опровержениям определенное теоретическое значение... Сплошная последовательность опровергнутых теорий вскоре привела бы нас в тупик: мы потеряли бы ключ к решению вопроса о том, какие элементы этих теории — или нашей основы познания — отвечают за их провал".

Наука остановилась бы в своем развитии и потеряла эмпирический характер, если бы научные теории не опровергались. По аналогичным причинам, считает Поппер, прогресс науки должен был бы остановиться, если бы новые предсказания не верифицировались. Допустим, нам удалось создать последовательность теорий, каждая из которых объясняет все факты в своей области, включая факты, опровергавшие предшествующие теории. Каждая из теорий этой последовательности независимо проверяема, однако сразу же опровергается при первой проверке ее новых предсказаний. Таким образом, теории такой последовательности выполняют первые два требования, но не выполняют третьего.

Поппер делает вывод о том, что указанная последовательность, несмотря на возрастающую степень проверяемости входящих в нее теорий, может быть *ad hoc* конструкцией и нисколько не приближать нас к истине. Если

согласиться с тем, что теория является *ad hoc* в том случае, когда ее нельзя проверить новыми экспериментами и она объясняет лишь ранее известные факты, включая те, которые опровергли ее предшественниц, то ясно, что одна лишь независимая проверяемость не может застраховать теорию от того, чтобы не быть *ad hoc* конструкцией. Некоторую *ad hoc* теорию всегда можно сделать независимо проверяемой путем конъюнктивного присоединения к ней любого проверяемого, но еще не проверенного утверждения, даже самого фантастического. Поэтому третье требование, подобно второму, нужно для устранения тривиальных *ad hoc* теорий. Однако необходимость этого требования Поппер обосновывает и более глубокими причинами.

Конечно, даже самые лучшие теории со временем будут заменены еще более совершенными. Однако нельзя рассматривать наши теории лишь как подготовительную ступень к построению других, более совершенных теорий, ибо каждая теория представляет собой серьезную попытку открыть истину, предложить верное решение проблемы, описать подлинную структуру мира. Если же теория претендует на истинное описание мира, она должна давать новые истинные предсказания, т. е. должна выполнять третье требование.

Выполнение третьего требования, отмечает Поппер, не зависит от воли ученого, изобретательность которого не может гарантировать эмпирического успеха его теории. Вместе с тем, если бы ученые добивались успеха лишь в опровержении теорий, но не в их верификации, то они могли бы решить, что научные проблемы стали слишком сложны для них и что структура мира превосходит способности человеческого понимания. Даже и в этом случае можно было бы продолжать построение теорий, их критику и фальсификацию, однако для прогресса науки существенно получение некоторых подтверждений теоретических конструкций.

Приведенные утверждения Поппера в поддержку третьего требования касаются в основном психологических аспектов деятельности ученого: если в течение длительного времени нам не удастся получать подтверждения наших теорий, это заставляет нас усомниться в нашей способности познать мир. В обоснование третьего требования Поппер приводит также и методологические аргументы:

1) Первое основание в пользу третьего требования состоит в следующем. Мы знаем, что если бы имели независимо проверяемую теорию, которая была бы истинной, то она давала бы нам успешные предсказания (и только успешные). Успешные предсказания хотя и не являются достаточными условиями истинности теории, являются необходимыми условиями ее истинности. И если мы принимаем истину в качестве регулятивной идеи, третье требование может быть названо необходимым.

2) Второе основание состоит в том, что если наша цель заключается в стремлении к построению все более правдоподобных теорий, то мы должны стремиться не только уменьшить ложное содержание наших теорий, но и увеличить их истинное содержание.

В определенных случаях этого можно добиться просто путем построения новой теории таким образом, чтобы опровержения предыдущих теорий получили в ней объяснение. Но этот путь возрастания истинного содержания, как показывает история науки, не является единственным. Имеются случаи, когда истинное содержание возрастает без опровержения старых теорий. Ни теория Галилея, ни теория Кеплера не были опровергнуты до появления теории Ньютона. Последний лишь объединил эти две теории, исходя из более общих предположений. Система Птолемея не была опровергнута, когда Коперник создавал свою теорию. И хотя эксперимент Майкельсона-Морли был поставлен до появления теории относительности, его результат был успешно объяснен в рамках классической теории Лоренцем и Фитджеральдом.

В случаях, подобных приведенным, центральным значением приобретают решающие эксперименты. У нас нет оснований считать новую теорию лучше старой и верить в то, что она ближе к истине, до тех пор, пока мы не вывели из новой теории новых предсказаний, которые нельзя было получить из старой теории, и до тех пор, пока мы не обнаружим, что эти новые предсказания успешны. Только такой успех показывает, что новая теория имеет истинные следствия (истинное содержание) там, где старая теория имела ложные следствия (ложное содержание). Если бы новая теория была опровергнута при любом из этих решающих экспериментов, то у нас не было бы оснований для устранения старой теории даже если бы старая теория была не вполне удовлетворительна.

3) Третье основание в защиту третьего требования опирается на потребность сделать проверки новой теории независимыми. До тех пор, пока мы не добились успеха в проверке новой теории, мы не можем сказать, что новая теория независимо проверяема.

Само третье требование можно разделить на две части: во-первых, новая теория должна быть успешной в некоторых новых предсказаниях; во-вторых, новая теория не должна опровергаться слишком скоро, т. е. прежде чем она добьется явного успеха. Оба эти требования кажутся довольно странными. На логическое отношение между теорией и любым подтверждающим ее свидетельством не влияет тот факт, предшествует ли во времени обнаружение определенного свидетельства построению теории или нет. Внутренняя ценность теории не может зависеть от того, быстро она была опровергнута или этого пришлось ждать длительное время. Однако это достаточно легко объясняется: успех новых предсказаний, которого мы требуем от теории, равнозначен решающим проверкам, которые теория должна выдержать для того, чтобы стать достаточно интересной и получить признание как шаг вперед в развитии познания по сравнению со своими предшественницами. Это дает теории право на дальнейшие экспериментальные проверки, которые, может быть, приведут к ее опровержению. Однако право на опровержение нужно заслужить.

И все-таки Поппер так и не порвал с фальсификационизмом. Идея правдоподобия и третье требование к научным теориям оказались не

развитием его концепции от фальсификационизма к признанию прогресса науки, а лишь отклонением от фальсификационизма, обусловленным его стремлением учесть реальности науки. Что это действительно так, показывает модель развития науки, к которой в конце концов приходит Поппер.

### **МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ НАУКИ**

Итогом и концентрированным выражением фальсификационизма является схема развития научного знания, выдвигаемая Поппером. Как мы уже отмечали, фальсификационизм был порожден глубоким убеждением Поппера в том, что у людей нет никакого критерия истины и мы способны обнаружить и выделить лишь ложь. Из этого убеждения естественно следует: 1) понимание научного знания как набора догадок о мире — догадок, истинность которых установить нельзя, но можно обнаружить их ложность; 2) критерий демаркации — лишь то знание научно, которое фальсифицируемо; 3) метод науки — пробы и ошибки. Научные теории рассматриваются как необоснованные догадки, которые мы стремимся проверить, с тем чтобы обнаружить их ошибочность. Фальсифицированная теория отбрасывается, а сменяющая ее новая теория не имеет с ней никакой связи, напротив, она должна максимально отличаться от предшествующей теории. Развитие в науке нет, признается только изменение: сегодня вы вышли из дома в пальто, но на улице жарко; завтра вы выходите в рубашке, но льет дождь; послезавтра вы вооружаетесь зонтиком, однако на небе ни облачка... Вы никак не можете приноровиться к капризам погоды. Даже если однажды вам это удастся, все равно, утверждает Поппер, вы этого не поймете и останетесь недовольны. Вот очерк его фальсификационистской методологии.

Когда Поппер говорит о смене научных теорий, о росте их истинного содержания, о возрастании степени правдоподобия, то может сложиться впечатление, что он видит прогресс в последовательности сменяющих друг друга теорий  $T_1 > T_2 > T_3 > \dots$  с увеличивающимся истинным содержанием и, таким образом, накоплением истинного знания о мире. Однако это впечатление обманчиво, так как до признания кумулятивности Поппер так и не доходит. Переход от  $T_1$  к  $T_2$  не выражает никакого накопления: "...наиболее весомый вклад в рост научного знания, который может сделать теория, состоит из новых проблем, порождаемых ею..." . Наука, согласно Попперу, начинает не с наблюдений и даже не с теорий, а с проблем. Для решения проблем мы строим теории, крушение которых порождает новые проблемы и т. д. Поэтому схема развития науки имеет следующий вид:

$$\begin{array}{l} T_1 \text{ — } v \\ P_1 > T_2 > EE > P_2 \\ T \text{ — } ^\wedge \end{array}$$

Здесь  $P_1$  — первоначальная проблема;  $T_1, T_2, \dots, T$  — теории, выдвинутые для ее решения;  $EE$  — проверка, фальсификация и устранение выдвинутых теорий;  $P_2$  — новая, более глубокая и сложная проблема, оставленная нам устраненными теориями. Из схемы видно, что прогресс науки состоит не в



накоплении знания, а только в возрастании глубины и сложности решаемых нами проблем.

На первый взгляд кажется, что модель развития Поппера верно описывает одну из сторон реального процесса развития науки: действительно, если мы сравним проблемы, решаемые наукой наших дней, с теми проблемами, которые решали Аристотель, Архимед, Галилей, Ньютон, Дарвин и все другие ученые прошлых эпох, то возникает искушение сказать, что сегодня научные проблемы стали несравненно более сложными, глубокими и интересными. Увы, небольшое размышление показывает, что это впечатление — хотя и лестное для нашего самолюбия — ошибочно или, по крайней мере, нуждается в уточнении.

Попробуем согласиться с тем, что в процессе развития знания растет только глубина и сложность решаемых нами проблем. Тогда встает вопрос, на каком основании мы это утверждаем? Чем определяется глубина и сложность научной проблемы? Сразу же очевидно, что нет иного ответа на этот вопрос, кроме того, который дает нам и сам Поппер: глубина и сложность проблемы определяется глубиной и сложностью теории, решающей эту проблему. Мы не можем оценить сравнительную сложность проблем, решаемых учеными, разделенными, скажем, двумя столетиями развития науки, иначе, как сравнив сложность теорий, разработанных учеными этих эпох. И если теории ученых более поздней эпохи покажутся нам более сложными и глубокими, это даст нам основание утверждать, что они решают более сложные и глубокие проблемы. Таким образом, в процессе развития знания прежде всего растет глубина и сложность теорий и только это дает нам некоторое основание говорить о возрастании сложности наших проблем. Однако и это еще не вполне верно.

Возрастание глубины и сложности теорий в процессе развития знания достаточно очевидно. Но так ли уж очевидно, что вместе с этим растет глубина и сложность решаемых учеными проблем? Подумаем, как оценивается успех ученого, решившего некоторую проблему и предложившего для этого новую теорию, например, достижения Эйнштейна. Оценивая теорию относительности Эйнштейна и сложность проблем, которые она решила, мы соотносим ее с уровнем науки начала XX века, а вовсе не с наукой древних греков, проблемы Эйнштейна мы сравниваем с теми проблемами, которые решали Лоренц, Пуанкаре и их современники, а не Аристотель или Галилей. Всякое научное достижение тем более ценно, чем больше оно превосходит уровень науки своего времени. Оценка научных результатов всегда относительна. Это можно пояснить аналогией с оценкой спортивных достижений, например, в тяжелой атлетике. Пусть, например, спортсмен *М* поднял в толчке 150 кг, а через 20 лет спортсмен *Н* поднял 180 кг. Можно было бы сказать, что спортсмен *Н* намного сильнее *М*, "проблема", стоявшая перед ним, была гораздо сложнее, а достижение — более значительно. Однако те, кто немного знаком со спортом, не согласятся с таким утверждением. Они прежде всего спросят, на сколько килограмм увеличился рекорд за время своей спортивной карьеры *М* и насколько это

сделал Я? И если окажется, что за время своих выступлений *M* увеличил рекорд, скажем, на 30 кг., а *H* — только на 10, они признают, что более выдающимся спортсменом был *M* и он безусловно решил более сложную "проблему". С точки же зрения абсолютных цифр сегодняшней перворазрядник может показаться гораздо более значительным спортсменом, чем прославленные чемпионы прошлых лет.

Аналогично обстоит дело в науке. Глубина и сложность проблемы, решенной учеными, определяется тем расстоянием, на которое продвигает фронт науки ее решение, и тем влиянием, которое оказывает это решение на соседние научные области. Именно поэтому мы считаем великими учеными таких людей, как Ньютон и Дарвин, хотя по абсолютному количеству знаний этих ученых превзойдут, по-видимому, современные аспиранты. Оценивая глубину и сложность проблем по тому влиянию, которое оказывает их решение на науку своей эпохи, мы можем сказать, что вопреки мнению Поппера, глубина и сложность научных проблем по-видимому не возрастает с течением времени. Растет сложность, растет глубина наших теорий. Но это происходит потому, что каждая новая теория надстраивается над предыдущими, которые передают ей свои достижения. Изменяются и наши проблемы. Однако их глубина и сложность не зависят от уровня достигнутого знания. Во все времена были глубокие проблемы — как сегодня, так и вчера — и во все времена были мелкие и простенькие проблемы.

Если же допустить — как это делает Поппер в своей схеме, — что глубина и сложность научных проблем возрастают по мере развития знания, то мы должны признать, что каждый современный ученый работает над более сложными проблемами и, следовательно, является более значительным ученым, чем все ученые прошлых эпох. Кроме того, однажды наши проблемы могут стать настолько сложными, что мы окажемся не в состоянии решить их и развитие науки остановится. Следствия такого рода должны сделать модель развития Поппера неприемлемой даже для него самого.

Таким образом, хотя модель развития науки, предложенная Поп-пером, интересна, эта модель, по-видимому, неверна: она приводит к абсурдным следствиям и совершенно не соответствует реальному положению дел в науке. Модель развития Поппера — порождение и концентрированное выражение его фальсификационизма. И внутренняя порочность и неадекватность этой модели свидетельствует о порочности фальсификационизма.

## **НА ПУТИ К АНАРХИЗМУ**

Является ли наука рациональной деятельностью? Подчинена ли работа ученого некоторым "разумным" стандартам и нормам? Можно ли отличить науку от философии, мифа, религии? — Значительная часть современных философов науки все еще утвердительно отвечает на эти вопросы. Да, считают они, деятельность ученых регулируется законами логики и методологическими правилами. С этим, по-видимому, согласно и

большинство ученых. Задача методологии состоит в том, чтобы открыть и сформулировать в явном виде эти правила. Свод таких правил и даст нам искомый критерий научной рациональности. Правда, до сих пор нет единства по мнениям относительно того, какие методологические правила считать наиболее общими и фундаментальными. Предлагавшиеся до сих пор правила научной игры оказывались чрезмерно узкими, и для любого такого правила в истории науки находились противоречащие ему примеры. Однако методологи, называющие себя "рационалистами", твердо убеждены в том, что рано или поздно ясные и четкие критерии рациональности и научности будут найдены. Усомниться в этом — значит впасть в "иррационализм" и предать науку. Вспомним упреки в адрес Куна!

Фейерабенд не стал трусливо прикрываться маской "рационалиста". Он прямо и решительно провозгласил свой разрыв с попперианством и свой отказ от "рационализма". Над лозунгами "джастификационистов", "фальсификационистов", "рационалистов" и т. п. он высоко поднял знамя, на котором написано: "эпистемологический анархизм".

#### ***а) Отказ от универсализма***

Мы видели, что развитие философии науки со второй половины XX в. шло в направлении смягчения жестких разграничительных линий, стандартов и правил научной деятельности. Кун и Лакатош настолько расширили понятие научной рациональности, что оно практически стало охватывать все действия ученых. Однако Кун еще защищается от обвинений в "иррациональности" и говорит, что он всегда считал науку рациональной деятельностью. Фейерабенд же доводит эту тенденцию к ослаблению методологических норм до конца. Он выступает против всяких универсальных методологических правил, норм, стандартов, против всех попыток сформулировать некое общее понятие научной рациональности.

Прежде всего, Фейерабенд указывает на то, что реальная наука и ее история всегда богаче любой методологической реконструкции. История науки представляет собой хаотичное переплетение самых разнообразных идей, ошибок, заблуждений, интерпретаций фактов, открытий, эмоций ученых, социальных влияний и т. п. Господствующая в науке концепция выделяет в этом хаосе лишь те элементы, которые важны с ее точки зрения. Она определяет свою область, задает "логику" этой области, формирует специфический язык и создает свои "факты". Все, что не укладывается в рамки господствующей схемы, безжалостно отсекается и отесняется в область "псевдонауки". Так создается определенная устойчивая научная традиция. Философски осмысливая эту традицию, методологи формулируют в явном виде ее основные принципы и методы, объявляя их "универсальными" и "единственно научными". Научное образование приспособляется к господствующей традиции и каждому индивиду навязывает ее жесткие стандарты, ее логику и ее факты. Все, что может привести к размыванию установленных границ, все, что выходит за рамки господствующих в данное время в науке схем, подавляется и искореняется. Нетрудно заметить, что это — изображение "нормальной науки" Куна.

Совершенно очевидно, что безраздельное господство подобной традиции чрезвычайно обедняет науку, лишая ее множества форм и способов деятельности, не попадающих в русло традиции. История науки в глазах сторонников господствующих представлений обедняется и искажается: от нее остается лишь бледный образ прямолинейного прогресса. Для более адекватного понимания науки и ее истории мы должны подняться выше существующих признанных схем и постараться охватить все богатство исторического процесса развития научного мышления. Но это означает, что нам нельзя заранее ограничивать себя какими-либо жесткими критериями и принципами. "Тому, кто посмотрит на богатый материал, доставленный историей, — пишет Фейерабенд, — и кто не стремится улучшить ее в угоду своим инстинктам и в силу своего стремления к интеллектуальной уверенности в форме ясности, точности, 'объективности' или 'истинности', станет ясно, что существует лишь *один* принцип, который можно защищать при *всех* обстоятельствах и на всех этапах развития человечества. Это принцип — *anything goes*".

Нужно далее учитывать, говорит Фейерабенд, что мир, который мы стремимся исследовать, пока еще представляет собой нечто весьма мало известное. Трудно предположить, что за сравнительно ничтожный период времени развития человеческого познания нам удалось открыть основные законы и структуры реальности, выработать наиболее успешные методы познания. По-видимому, мы находимся в самом начале познания и освоения мира. Современные методологические предписания кажутся хорошими в сравнении с предписаниями прошлого. Однако с точки зрения будущего они могут оказаться совершенно наивными. Следует держать наши глаза и уши открытыми и стараться принимать во внимание все формы, методы, способы познания. Кто знает, какие из них приведут к открытию наиболее глубоких тайн природы?

У Фейерабенда имеется еще один — может быть, важнейший — аргумент против универсальных правил и в пользу анархистской методологии. Создание определенной научной традиции, ее философское обобщение и закрепление, организация образования в соответствии с требованиями этой традиции — все это, считает Фейерабенд, несовместимо с гуманизмом. Каждый человек отличается своеобразием, индивидуальным темпераментом, вкусами, склонностями, способностями, условиями жизни. Когда мы заставляем человека подчиняться определенным принципам и стандартам, навязываемым современной наукой и ее логикой, мы калечим его индивидуальность, стесняем его свободное развитие. Ограничивая познавательную деятельность людей определенными догмами, мы не только стесняем и калечим тех, кто оказывается все-таки способным усвоить эти догмы и подчиниться им, но большое число людей — темперамент и способности которых не втискиваются в признанные в настоящий момент формы образования и познания — оказывается отлученным от науки. Свободное развитие способностей каждого индивида, формирование гармонически развитой личности невозможно до тех пор, пока человеческое

познание насильственно втискивается в узкие рамки науки и логики сегодняшнего дня. "Следовательно, попытка увеличить свободу, жить полной и настоящей жизнью и соответствующая попытка раскрыть секреты природы и человеческого существования приводит к отрицанию всяких универсальных стандартов и всяких косных традиций. (Естественно, это приводит также к отрицанию значительной части современной науки.)"

И, наконец, любая методологическая концепция, формулирующая некоторые жесткие, неизменные и абсолютно обязательные принципы научной деятельности, рано или поздно становится помехой для развития познания. История науки показывает, что всякое методологическое правило нарушалось в ту или иную эпоху, тем или иным мыслителем. Более того, таких нарушений, считает Феиерабенд, нельзя избежать, ибо они необходимы для прогресса науки. Античный атомизм, гелиоцентризм, волновая теория света, квантовая теория — все они появились только потому, что отдельные мыслители сознательно или непроизвольно разрывали пути господствующих методологических норм и правил. Феиерабенд конкретно показывает, что для любого методологического правила можно найти обстоятельства, при которых целесообразно не только игнорировать это правило, но и поступать прямо противоположным образом.

#### ***б) Контриндукция***

Рассмотрим, например, правило, согласно которому именно "опыт", "факты" или "экспериментальные результаты" служат решающим свидетельством за или против научной теории. Согласование теории с опытными данными часто рассматривается как решающий аргумент в ее пользу; расхождение между теорией и фактами ставит теорию под угрозу устранения. Это правило лежит в основе эмпиризма и является существенной составной частью всех теорий подтверждения и проверки. Противоположным этому было бы правило, гласящее, что следует разрабатывать гипотезы, несовместимые с твердо установленными фактами и хорошо обоснованными теориями. Феиерабенд называет такое правило "контриндукцией". Какие аргументы можно привести в пользу контриндукции?

Начнем с того правила, которое побуждает нас изобретать и разрабатывать гипотезы, несовместимые с общепринятыми и в высокой степени подтвержденными теориями. Если у нас имеется хорошо обоснованная теория, то опровергающее ее свидетельство чаще всего можно получить только с помощью альтернативной гипотезы. Без такой гипотезы любое свидетельство можно привести в соответствие с существующей теорией. Поэтому разработка гипотез, несовместимых с принятыми в науке теориями, предохраняет науку от догматизма и окостенения. Кроме того, существование таких гипотез помогает нам лучше понять те теории, которых мы придерживаемся. Многие свойства теорий обнаруживаются не при сравнении их с фактами, а при сравнении их между собой. Однако для такого сравнения нужно их построить, нужно иметь несколько альтернативных теорий в одной научной области. Но это означает, что "познание не

представляет собой ряда совместимых теорий, приближающихся к некоторой идеальной концепции: оно не является постепенным приближением к истине. Познание скорее представляет собой возрастающий *океан взаимно несовместимых (и, может быть, даже несоизмеримых) альтернатив*, в котором каждая отдельная теория, каждая волшебная сказка, каждый миф являются частями одной совокупности, взаимно усиливают, дополняют друг друга и благодаря конкуренции вносят свой вклад в развитие нашего сознания. Ничто не является вечным и ни одно мнение не может быть опущено в этом всеобъемлющем процессе. Плутарх или Диоген Лаэртский, а не Дирак или фон Нейман дают образцы познания этого рода, в котором *история* науки становится неотъемлемой частью самой науки, ибо она существенна как для дальнейшего *развития* науки, так и для придания *содержания* теориям, существующим в каждый данный момент. Эксперты и простые люди, профессионалы и любители, поборники истины и лжецы — все они участвуют в соревновании и вносят свой вклад в обогащение нашей культуры. Задача ученого состоит не в том, чтобы "искать истину", "восхвалять Бога", "систематизировать наблюдения" или "улучшать предсказания". Все это — побочные эффекты деятельности, на которую главным образом направлено его внимание и которая состоит в том, чтобы "делать слабое сильным", как говорили софисты, и *благодаря этому поддерживать движение целого*"<sup>5</sup>.

Второе правило, рекомендуемое разрабатывать гипотезы, несовместимые с наблюдениями, фактами и экспериментальными результатами, не нуждается в особом обосновании, т. к. нет сколько-нибудь значительной теории, которая согласовывалась бы со всеми фактами в своей области. Фейерабенд рекомендует сознательное применение этого правила. Наши экспериментальные результаты, отчеты о наблюдениях, факты содержат некоторые гипотетические предположения о мире и о взаимодействии субъекта с миром. Наш эмпирический язык, содержащий наиболее знакомые и привычные для нас понятия, несет в себе определенную космологию. Принципы этой космологии невозможно проверить, находясь в рамках данного эмпирического языка, используя теории, построенные на его основе, проводя наблюдения и эксперименты, результаты которых выражаются в этом языке. Для критики и проверки космологических допущений, лежащих в основе привычного для нас языка, нужно выйти за его пределы и сравнить его с иным языком, с иной космологией. Проверка и критика нашего перцептивного опыта, наших фактов, нашей картины мира возможны лишь в том случае, если мы создадим иную картину мира, другие факты, новый язык, который иначе организует наш перцептивный опыт. Ясно, что при этом мы должны действовать контриндуктивно.

Обычно считают, что хороший ученый должен избегать пользоваться *ad hoc* гипотезами и если такие гипотезы все-таки иногда встречаются в отдельных дисциплинах, то это свидетельствует об их неудовлетворительном состоянии. В хорошей научной теории *ad hoc* гипотез быть не должно. В частности, Поппер указывал, что новая теория должна обладать избытком

содержания по сравнению со старой теорией, которое с течением времени уменьшается благодаря *ad hoc* гипотезам. В противоположность этому мнению Фейерабенд подчеркивает неизбежность *ad hoc* гипотез в науке. Всякая новая теория возникает как *ad hoc* теория: ее содержание не превышает тех немногих фактов, для объяснения которых она выдвинута. Лишь последующая постепенная и длительная работа приводит к расширению ее содержания, к распространению ее на новые факты и области. Поэтому не следует избегать *ad hoc* гипотез. Напротив, можно (а иногда и нужно) вводить и разрабатывать такие гипотезы, увеличивать их содержание и постепенно устранять их исходную ограниченность.

Из своего анализа методологических правил и рассмотрения их отношения к реальной истории науки Фейерабенд делает вывод о том, что нет и не может быть ни одного методологического правила, применение которого можно было бы рекомендовать во всех обстоятельствах. Но если таких правил нет, на деятельность ученого не накладывается никаких ограничений. — Это и есть центральная идея методологического анархизма.

#### **в) Эпистемологический анархизм**

Итак, что же привело Фейерабенда к анархизму?

С точки зрения методологии, анархизм является следствием двух принципов: принципа пролиферации и принципа несоизмеримости. Согласно принципу пролиферации, нужно изобретать и разрабатывать теории и концепции, несовместимые с существующими и признанными теориями. Это означает, что каждый ученый — вообще говоря, каждый человек — может изобретать свою собственную концепцию и разрабатывать ее, сколь бы абсурдной и дикой она ни казалась окружающим. Принцип несоизмеримости защищает любую концепцию от внешней критики со стороны других концепций. Если кто-то изобрел совершенно фантастическую концепцию и не желает с нею расставаться, то с этим ничего нельзя сделать: нет фактов, которые можно было бы противопоставить этой концепции, т. е. она формирует свои собственные факты; мы не можем указать на несовместимость этой фантазии с фундаментальными законами естествознания или с современными научными теориями, т. е. автору этой фантазии эти законы и теории могут казаться просто бессмысленными; мы не можем упрекнуть его даже в нарушении законов логики, ибо он может пользоваться своей особой логикой. Автор фантазии создает свой собственный мир и все, что не входит в этот мир, не имеет для него никакого смысла. Таким образом, соединение принципа пролиферации с принципом несоизмеримости образуют методологическую основу анархизма: каждый волен (даже должен) изобретать свою собственную концепцию; ее невозможно сравнить с другими концепциями, ибо нет никакой основы для такого сравнения; следовательно, все допустимо и все оправдано.

История науки подсказала Фейерабенду еще один аргумент в пользу анархизма: нет ни одного методологического правила, ни одной методологической нормы, которые не нарушались бы в то или иное время тем или иным ученым. Более того, история показывает, что ученые часто

действовали и вынуждены были действовать в прямом противоречии с существующими методологическими правилами. Отсюда следует, что вместо существующих и признанных методологических правил мы можем принять прямо противоположные им. Но и первые, и вторые не будут универсальными. Поэтому методология вообще не должна стремиться к установлению каких-либо универсальных правил.

И, наконец, к анархизму толкают Фейерабенда его социально-политические взгляды. Он является одним из немногих современных философов науки, которые подходят к рассмотрению науки и ее методологии с точки зрения счастья и свободного развития людей, т. е. с точки зрения гуманизма. Фейерабенд отчетливо видит, что в современном обществе даже наука — это, казалось бы, чистое и бескорыстное стремление к истине — часто оказывается антигуманной. Она постепенно превращается в средство эксплуатации людей, в средство их оболванивания и отупления с целью превратить человека в покорного раба государственной машины. Фейерабенд выступает против духовного закрепощения людей и восстает против науки, когда она используется как средство такого закрепощения. Анархизм Фейерабенда — это, в сущности, восстание против того духовного рабства, в котором держит людей буржуазная культура.



## **Синергетика**

В современное время наблюдается стремительный и бурный рост интереса к междисциплинарному направлению, получившему название «синергетика». Издаются различные монографии, учебники, выходят тысячи статей, проводятся национальные и международные конференции. Трудно или даже невозможно назвать область знания, в которой сегодня не проводились бы исследования, посвященные синергетике. Для публикаций на тему синергетики характерно то, что в них нередко приводятся авторские трактовки принципов синергетики, причем трактовки довольно разнородные и не всегда достаточно аргументированные. Причиной этого является отсутствие достаточной определенности относительно основ синергетики и возникающей отсюда необходимости уточнения статуса излагаемого материала.

Синергетика - молодое научное направление, которое представляет универсальную теорию самоорганизации процессов различной природы. Возникшая на стыке физики, химии, биологии, астрофизики и других естественных наук и вобравшая в себя общенаучные системные идеи, синергетическая модель самоорганизации является на сегодняшний день наиболее обобщающей и наиболее плодотворной объяснительной моделью, описывающей взаимопереходы порядка и хаоса в эволюции систем, в том числе и социальных. Синергетика различает два типа устойчивости систем. Первый связан с термодинамической необратимостью, когда система находится в состоянии, близком к равновесию. Другой тип устойчивости связан с эволюцией реальных (наиболее часто встречающихся в мире) сложных систем, которые, будучи открытыми, активно контактируют с не менее сложным и непредсказуемым окружением.

При сборе материалов для реферата была поставлена следующая цель - раскрыть сущность вопроса, связанного с синергетикой и ее спецификой.

## Сущность теории синергетики

Свое видение данной темы начнем с рассмотрения непосредственно основных свойств эволюционных процессов и их отличий от динамических и статистических процессов и явлений в природе, т.к. для понимания, о чем в дальнейшем будет идти речь, совершенно необходимо освещение данных вопросов.

И так, эволюционные процессы характеризуются необратимостью во времени и случайностью изменения хода процесса. Канонической иллюстрацией этих свойств является теория Дарвина. Эволюционные процессы представляют собой разновидность динамических процессов (процессов протекающих во времени).

В физике описание динамических процессов осуществляется с помощью систем дифференциальных уравнений. Традиционно как примеры динамических процессов почти во всех учебниках приводятся: движение маятника или движение одного тела в поле тяготения другого. Эти примеры, однако, являются лишь частным случаем динамических систем - это, так называемые консервативные системы. Их отличительной чертой является обратимость во времени - система дифференциальных уравнений, описывающая динамический процесс, инвариантна относительно обращения времени. Обратимость процессов во времени имеет интересные последствия.

Консервативные динамические системы принято делить на интегрируемые и неинтегрируемые. Система дифференциальных уравнений проинтегрирована, если найден полный набор ее первых интегралов. Первым интегралом называют функцию, которая сохраняет постоянное значение на всей траектории, определяемой уравнениями движения. Первым интегралом является, например, полная энергия системы. Динамическая система называется интегрируемой, если все ее первые интегралы - аналитические функции координат и скоростей. Первые интегралы позволяют найти состояние системы в любой момент времени, если известно ее состояние в какой-либо предыдущий момент времени. Для интегрируемых систем, т.о. задание состояния системы в один из моментов времени фактически соответствует заданию всей прошлой и будущей истории системы. Это позволяет говорить о предопределенности (детерминированности) поведения интегрированной системы. Так, указанное выше движение одного тела в поле тяготения другого описывается двумя интегралами - интегралом энергии и импульса.

Число первых интегралов совпадает с числом независимых динамических переменных, описывающих состояние системы, которые называются степенями свободы. Структура любой системы характеризуется распределением энергии по внутренним степеням свободы. В интегрируемых консервативных системах это распределение энергии либо остается неизменным, либо периодически меняется, - т.е. в интегрированных системах не происходит смены структур, и система рано или поздно возвращается в начальное состояние. Иными словами интегрируемые консервативные системы не эволюционируют.

В конце прошлого века (1892г.) Пуанкаре доказал существование неинтегрируемых систем - суть его выводов заключалась в том, в системе, описываемой дифференциальными уравнениями, может появиться стохастическое движение. Неинтегрируемая система имеет также полный набор первых интегралов, но не все они являются аналитическими функциями.

Примером неинтегрированной системы является движение трех тел в поле тяготения друг друга - траектории тел становятся очень сложными и запутанными.

Характерной чертой неинтегрированных систем является отсутствие симметрии между прошлым и будущим - неинтегрированная система эволюционирует во времени! Эволюционные свойства неинтегрируемых систем определяются в основном характером взаимодействия в системе. Систему, в которой стохастичность траекторий есть следствие внутренних взаимодействий, а не случайных внешних воздействий, называют динамическим хаосом - движения частиц воспринимаются наблюдателем как случайные блуждания.

Другим классом физических систем являются диссипативные системы. Диссипативные физические системы также приводят к необратимым процессам. Ярче всего различие между консервативными и диссипативными системами проявляется при попытке макроскопического описания последних, когда для определения мгновенного состояния системы используются такие коллективные переменные, как температура, концентрация, давление и т.д. При рассмотрении поведения этих переменных выясняется, что они не инвариантны относительно операции обращения времени. В качестве простейших примеров диссипативных процессов обычно рассматриваются теплопроводность и диффузия.

В случае изолированных систем, в которых нет никаких обменов с внешней средой, необратимость выражена знаменитым вторым законом термодинамики, в соответствии с которым существует функция переменных состояния системы, изменяющаяся монотонно в процессе приближения к состоянию термодинамического равновесия. Обычно в качестве такой функции состояния выбирается энтропия, и второе начало формулируется так: "производная энтропии по времени не отрицательна". Традиционно это утверждение интерпретируется как "тенденция к возрастанию разупорядоченности" или как "производство энтропии".

В случае неизолированных систем, которые обмениваются с внешней средой энергией или веществом, изменение энтропии будет обусловлено процессами внутри системы (производство энтропии) и обменами с внешней средой (поток энтропии). Если производство энтропии в соответствии со вторым законом термодинамики неотрицательно, то "поток энтропии" может быть как положительным, так и отрицательным. Если поток энтропии отрицательный, то определенные стадии эволюции могут происходить при общем понижении энтропии. Последнее, согласно традиционной трактовке,

означает, что "в ходе эволюции разупорядоченность будет уменьшаться за счет оттока энтропии".

Т.о. эволюционные свойства диссипативных систем уже нельзя объяснить исключительно внутренним взаимодействием частиц.

В центре современных представлений об эволюционных процессах находится понятие "самоорганизации". С точки зрения теории динамического хаоса "феномен самоорганизации можно рассматривать, как рождение структуры из хаоса структур: динамический хаос состоит из структур, под которыми понимается определенная корреляция в расположении частиц друг относительно друга. Время жизни структур зависит от так называемого "времени перемешивания" - если оно достаточно большое, то в распределении вещества системы будут наблюдаться корреляции (структуры).

Примером самоорганизации в изолированной системе является автоволна в активной среде, содержащей источники энергии: это реакции Белоусова-Жаботинского, горение всех видов, импульсы возбуждения в нервных волокнах и мышцах.

В открытых системах поток энергии может вывести ее из устойчивого состояния (см. выше) - начинается развитие неустойчивостей, а их последующая самоорганизация может привести систему в устойчивое неоднородное состояние. Такие состояния И. Пригожин назвал "диссипативными структурами". Примерами таких структур могут служить автоколебания, возникающие, например, в тонком горизонтальном слое масла при его подогреве снизу (ячейки Бенара) или в лазерах. Другой знаменитый пример - уединенные волны на поверхности воды и в других средах (солитоны).

Общим в описанных выше процессах самоорганизации, является то, что все виды самоорганизации характерны для сложных систем (ансамблей) - под самоорганизацией подразумевается возникновение макроскопических структур (корреляций) в результате коллективного взаимодействия.

Попытка выработки общей концепции, объясняющей явления самоорганизации систем, получила название "синергетика". Термин "синергетика" происходит от греческого "синергеа" - содействие, сотрудничество. Предложенный Г.Хакеном, этот термин акцентирует внимание на согласованности взаимодействия частей при образовании структуры как единого целого.

Под этим названием объединяются различные направления исследований в различных науках - в физике, биологии, химии, математике. В математике развивается теория динамического хаоса, школа И.Пригожина развивает термодинамический подход к самоорганизации с точки зрения диссипативных структур, а Г.Хакен понимает под структурой состояние, возникающее в результате когерентного (согласованного) поведения большого числа частиц.

Следует отметить, что термин "самоорганизующаяся система" был впервые использован У.Р.Эшби в 1947г. для описания определенной модели

поведения кибернетических систем, и, в известном смысле, заменил термин "целесообразность". Это смысловое разнообразие является источником различных спекуляций, в которых каждый трактует "самоорганизацию" на свой манер. С другой стороны, это может свидетельствовать действительно о создании новой парадигмы в истории науки.

Бурные темпы развития новой области, переживающей период «штурма и натиска», не оставляют времени на унификацию понятий и приведение в стройную систему всей суммы накопленных фактов. Кроме того, исследования в новой области ввиду ее специфики ведутся силами и средствами многих современных наук, каждая из которых обладает собственными ей методами и сложившейся терминологией. Параллелизм и разнотой в терминологии и системах основных понятий в значительной мере обусловлены также различием в подходе и взглядах отдельных научных школ и направлений и в акцентировании ими различных аспектов сложного и многообразного процесса самоорганизации.

Синергетика и синергетики. Подобно тому, как кибернетике Винера предшествовала кибернетика Ампера, имевшая весьма косвенное отношение к «науке об управлении, получении, передаче и преобразовании информации в кибернетических системах», синергетика Хакена имела своих «предшественниц» по названию: синергетику Ч. Шеррингтона, синергию С. Улама и синергетический подход И. Забуского.

Ч. Шеррингтон называл синергетическим, или интегративным, согласованное воздействие нервной системы (спинного мозга) при управлении мышечными движениями.

С. Улам был непосредственным участником одного из первых численных экспериментов на ЭВМ первого поколения (ЭНИВАКе).- проверке гипотезы равномерного распределения энергии по степеням свободы. Эксперимент, проведенный над числовым аналогом системы кубических осцилляторов, привел к неожиданному результату, породив знаменитую проблему Ферми-Пасты-Улама: проследив за эволюцией распределения энергии по степеням свободы на протяжении достаточно большого числа циклов, авторы не обнаружили ни малейшей тенденции к равномерному распределению. С. Улам, много работавший с ЭВМ, понял всю важность и пользу «синергии, т. е. непрерывного сотрудничества между машиной и ее оператором», осуществляемого в современных машинах за счет вывода информации на дисплей.

Решение проблемы Ферми -Пасты - Улама было получено в начале 60-х годов М. Крускалом и Н.Забуским, доказавшим, что система Ферми - Пасты- Улама представляет собой разностный аналог уравнения Кортевега-де Вриза, и что равномерному распределению энергии препятствует солитон (термин, предложенный Н. Забуским), переносящий энергию из одной группы мод в другую. Реалистически оценивая ограниченные возможности как аналитического, так и численного подхода к решению нелинейных задач, И. Забуский пришел к выводу о необходимости единого синтетического подхода. По его словам, «синергетический подход к нелинейным

математическим и физическим задачам можно определить как совместное использование обычного анализа и численной машинной математики для получения решений разумно поставленных вопросов математического и физического содержания системы уравнений».

Если учесть сложность систем и состояний, изучаемых синергетикой Хакена, то станет ясно, что синергетический подход Забуского (и как составная часть его - синергия Улама) займет достойное место среди прочих средств и методов этой науки. Иначе говоря, уповать только на аналитику было бы чрезмерным оптимизмом.

Особенность синергетики как науки. В отличие от большинства новых наук, возникавших, как правило, на стыке двух ранее существовавших и характеризующихся проникновением метода одной науки в предмете другой, наука возникает, опираясь не на граничные, а на внутренние точки различных наук, с которыми она имеет ненулевые пересечения: в изучаемых наукой системах, режимах и состояниях физик, биолог, химик и математик видят свой материал, и каждый из них, применяя методы своей науки, обогащает общий запас идей и методов науки.

Эту особенность X-науки (если X - синергетика) подробно охарактеризовал Хакен: «Данная конференция, как и все предыдущие, показала, что между поведением совершенно различных систем, изучаемых различными науками, существуют поистине удивительные аналогии. С этой точки зрения данная конференция служит еще одним примером существования новой области науки - Синергетики. Разумеется, Синергетика существует не сама по себе, а связана с другими науками по крайней мере двояко. Во-первых, изучаемые Синергетикой системы относятся к компетенции различных наук. Во-вторых, другие науки приносят в Синергетику свои идеи. Ученый, пытающийся проникнуть в новую область, естественно, рассматривает ее как продолжение своей собственной области науки.

Некоторые математики склонны рассматривать весь круг проблем с точки зрения структурной устойчивости. Все перечисленные разделы науки весьма важны для понимания образования макроскопических структур образования в процессе самоорганизации, но каждый из них упускает из виду нечто одинаково существенное. Укажу лишь некоторые из пробелов. Мир - не лазер. В точках бифуркации решающее значение имеют флуктуации, т. е. стохастические процессы. Неравновесные фазовые переходы обладают некоторыми особенностями, отличными от обычных фазовых переходов, например чувствительны к конечным размерам образцов, форме границ и т.п. В равновесной статистической механике не существуют самоподдерживающиеся колебания. В равновесной термодинамике широко используются такие понятия, как энтропия, производство энтропии и т.д., неадекватные при рассмотрении неравновесных фазовых переходов. Теория катастроф основана на использовании некоторых потенциальных функций, не существующих для систем, находящихся в состояниях, далеких от теплового равновесия. Теория диссипативных структур. Бельгийская школа.

И. Пригожина развивает термодинамический подход к самоорганизации. Основное понятие синергетики Хакена (понятие структуры как состояния, возникающего в результате когерентного (согласованного) поведения большого числа частиц) бельгийская школа заменяет более специальным понятием диссипативной структуры. В открытых системах, обменивающихся с окружающей средой потоками вещества или энергии, однородное состояние равновесия может терять устойчивость и необратимо переходить в неоднородное стационарное состояние, устойчивое относительно малых возмущений. Такие стационарные состояния получили название диссипативных структур. Примером диссипативных структур могут служить колебания в модели Лефевра-Николиса-Пригожина (так называемом брюсселяторе).

Теория автоволновых процессов. Распространение понятий равновесной термодинамики на состояния, далекие от равновесия, и, в частности, принцип эволюции Гленсдорфа-Пригожина вызвали критику со стороны «синергетиков». Так, Ландауэр построил контр пример, показывающий, что никакая функция состояния, в том числе и энтропия, не может быть положена в основу критерия устойчивости состояния, как это сделано в принципе эволюции Гленсдорфа-Пригожина. Отечественная школа нелинейных колебаний и волн, основоположником которой по праву считается Л. И. Мандельштам, рассматривает общую теорию структур в неравновесных средах как естественное развитие и обобщение на распределенные системы идей и подхода классической теории нелинейных колебаний. Еще в 30-х годах Л. И. Мандельштам сформулировал программу выработки «нелинейной культуры, включающей надежный математический аппарат и физические представления, адекватные новым задачам, выработать нелинейную интуицию, годную там, где оказывается непригодной интуиция, выработанная на линейных задачах».

Разработанная почти полвека назад, эта программа становится особенно актуальной в наши дни существенной «делинеаризации» всей науки. Без наглядных и емких физических образов, адекватных используемому аппарату, немислимо построение общей теории структур, теории существенно нелинейной. Вооружая физика концентрированным опытом предшественников, эти образы позволяют ему преодолевать трудности, перед которыми заведомо мог бы спастись исследователь, полагающийся только на свои силы. В этом отношении физические образы Л. И. Мандельштама представляют собой глубокую аналогию со структурным подходом Э. Нётер, научившей математиков за конкретными деталями задачи различать контуры общей схемы - математической структуры, задаваемой аксиоматически. Суть структурного подхода, сформулированного Н. Бурбаки, звучит как парафраза мандельштамовской программы создания нелинейной культуры: «Структуры» являются орудиями математика; каждый раз, когда он замечает, что между элементами, изучаемыми им, имеют место отношения, удовлетворяющие аксиомам структуры определенного типа, он сразу может воспользоваться всем арсеналом общих теорем, относящихся к

структурам этого типа, тогда как раньше он должен был бы мучительно выковыривать сам средства, необходимые для того, чтобы штурмовать рассматриваемую проблему, причем их мощность зависела бы от его личного таланта, и они были бы отягчены часто излишне стеснительными предположениями, обусловленными особенностями изучаемой проблемы».

Следуя Р. В. Хохлову, возникновение волн и структур, вызванное потерей устойчивости однородного равновесного состояния, иногда называют автоволновыми процессами (по аналогии с автоколебаниями). На первый план здесь выступает волновой характер образования структур: независимость их характерных пространственных и временных размеров от начальных условий (выход на промежуточную асимптотику), а в некоторых случаях - от краевых условий и геометрических размеров системы.

Синергетика и кибернетика. Задачу выяснить с общих позиций закономерности процессов самоорганизации и образования структур ставит перед собой не только X-наука. Важную роль в понимании многих существенных особенностей этих процессов сыграл, например, кибернетический подход, противопоставляемый иногда как абстрагирующийся «от конкретных материальных форм» и поэтому противопоставляемый синергетическому подходу, учитывающего физические основы спонтанного формирования структур. В этой связи небезынтересно отметить, что создатели кибернетики и современной теории автоматов могут по праву считаться творцами или предтечами X-науки. Так, Винер и Розенблют рассмотрели задачу о радиально-несимметричном распределении концентрации в сфере. А. Тьюринг в известной работе предложил одну из основных базовых моделей структурообразования и морфогенеза, породившую огромную литературу: систему двух уравнений диффузии, дополненных членами, которые описывают реакции между «морфогенами». Тьюринг показал, что в такой реакционно-диффузионной системе может существовать неоднородное (периодическое в пространстве и стационарное во времени) распределение концентраций.

В русле тех же идей - изучения реакционно-диффузионных систем - мыслил найти решение проблемы самоорганизации и Дж. фон Нейман. По свидетельству А. Беркса, восстановившего по сохранившимся в архиве фон Неймана отрывочным записям структуру самовоспроизводящегося автомата, фон Нейман «предполагал построить непрерывную модель самовоспроизведения, основанную на нелинейных дифференциальных уравнениях в частных производных, описывающих диффузионные процессы в жидкости. В этой связи интересно отметить, что фон Нейман получил не только математическое образование, но и подготовку инженера-химика.

Структура и хаос. Понятие структуры, основное для всех наук, занимающихся теми или иными аспектами процессов самоорганизации, при любой степени общности предполагает некую «жесткость» объекта - способность сохранять тождество самому себе при различных внешних и внутренних изменениях. Интуитивно понятие структуры противопоставляется понятию хаоса как состоянию, полностью лишенному



всякой структуры. Однако, как показал более тщательный анализ, такое представление о хаосе столь же неверно, как представление о физическом вакууме в теории поля как о пустоте: хаос может быть различным, обладать разной степенью упорядоченности, разной структурой.

Одним из сенсационных открытий было обнаружение Лоренцом сложного поведения сравнительно простой динамической системы из трех обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с квадратичными нелинейностями. При определенных значениях параметров траектория системы вела себя столь запутанным образом, что внешний наблюдатель мог бы принять ее характеристики за случайные.

Природа странного аттрактора Лоренца была изучена совместными усилиями физиков и математиков. Как и в случае многих других моделей Х-теории, выяснилось, что система Лоренца описывает самые различные физические ситуации - от тепловой конвекции в атмосфере до взаимодействия бегущей электромагнитной волны с инверсно-заселенной двухуровневой средой (рабочим телом лазера), когда частота волны совпадает с частотой перехода. Из экзотического объекта странный аттрактор Лоренца оказался довольно быстро низведенным до положения заурядных «нестранных» аттракторов - притягивающих особых точек и предельных циклов. От него стали уставать: легко ли обнаруживать странные аттракторы буквально на каждом шагу!

Но в запасе у странного аттрактора оказалась еще одна довольно необычная характеристика, оказавшаяся полезной при описании фигур и линий, обойденных некогда вниманием Евклида, так называемая фрактальная размерность.

Фрактали. Мандельброт обратил внимание на то, что довольно широко распространенное мнение о том, будто размерность является внутренней характеристикой тела, поверхности, тела или кривой неверно (в действительности, размерность объекта зависит от наблюдателя, точнее от связи объекта с внешним миром).

Суть дела нетрудно уяснить из следующего наглядного примера. Представим себе, что мы рассматриваем клубок ниток. Если расстояние, отделяющее нас от клубка, достаточно велико, то клубок мы видим как точку, лишенную какой бы то ни было внутренней структуры, т. е. геометрический объект с евклидовой (интуитивно воспринимаемой) размерностью 0. Приблизив клубок на некоторое расстояние, мы будем видеть его как плоский диск, т. е. как геометрический объект размерности 2. Приблизившись к клубку еще на несколько шагов, мы увидим его в виде шарика, но не сможем различить отдельные нити - клубок станет геометрическим объектом размерности 3. При дальнейшем приближении к клубку мы увидим, что он состоит из нитей, т. е. евклидова размерность клубка станет равной 1. Наконец, если бы разрешающая способность наших глаз позволяла нам различать отдельные атомы, то, проникнув внутрь нити, мы увидели бы отдельные точки - клубок рассыпался бы на атомы, стал геометрическим объектом размерности.

## Синергетика Хакена

Создателем синергетического направления и изобретателем термина "синергетика" является профессор Штутгартского университета и директор Института теоретической физики и синергетики Герман Хакен. Сам термин «синергетика» происходит от греческого «синергена» - содействие, сотрудничество, «вместедействие».

По Хакену, синергетика занимается изучением систем, состоящих из большого (очень большого, «огромного») числа частей, компонент или подсистем, одним словом, деталей, сложным образом взаимодействующих между собой. Слово «синергетика» и означает «совместное действие», подчеркивая согласованность функционирования частей, отражающуюся в поведении системы как целого.

### *Предтечи синергетики*

Подобно тому, как предложенный Норбертом Винером термин «кибернетика» имел предшественников в лице кибернетики Ампера, имевшей весьма косвенное отношение к «науке об управлении, получении, передаче и преобразовании информации в кибернетических системах», синергетика Хакена также имела своих «предшественниц» по названию: синергетику Ч. Шеррингтона, синергию С. Улана, синергетический подход И. Забуского.

Ч. Шеррингтон называл синергетическим, или интегративным, согласованное воздействие нервной системы (спинного мозга) при управлении мышечными движениями (согласованное действие сгибательных и разгибательных мышц - протагониста и антигониста).

С. Улам был непосредственным участником одного из первых численных экспериментов на ЭВМ первого поколения (ЭНИВАКе) и понял всю важность и пользу «синергии, т. е. непрерывного сотрудничества между машиной и ее оператором», осуществляемого в современных машинах за счет вывода информации на дисплей.

И. Забуский к середине 60-х годов, реалистически оценивая ограниченные возможности как аналитического, так и численного подхода к решению нелинейных задач, пришел к выводу о необходимости единого синтетического подхода. По его словам, «синергетический подход к нелинейным математическим и физическим задачам можно определить как совместное использование обычного анализа и численной машинной математики для получения решений разумно поставленных вопросов математического и физического содержания системы уравнений».

### **Междисциплинарность синергетики**

Системы, составляющие предмет изучения синергетики, могут быть самой различной природы и содержательно и специально изучаться различными науками, например, физикой, химией, биологией, математикой, нейрофизиологией, экономикой, социологией, лингвистикой (перечень наук

легко можно было бы продолжить). Каждая из наук изучает "свои" системы своими, только ей присущими, методами и формулирует результаты на "своем" языке. При существующей далеко зашедшей дифференциации науки это приводит к тому, что достижения одной науки зачастую становятся недоступными вниманию и тем более пониманию представителей других наук.

В отличие от традиционных областей науки синергетику интересуют общие закономерности эволюции (развития во времени) систем любой природы. Отрешаясь от специфической природы систем, синергетика обретает способность описывать их эволюцию на интернациональном языке, устанавливая своего рода изоморфизм двух явлений, изучаемых специфическими средствами двух различных наук, но имеющих общую модель, или, точнее, приводимых к общей модели. Обнаружение единства модели позволяет синергетике делать достояние одной области науки доступным пониманию представителей совсем другой, быть может, весьма далекой от нее области науки и переносить результаты одной науки на, казалось бы, чужеродную почву.

### **Синергетический процесс с социальной точки зрения**

Говоря о развитии систем в историческом плане, мы невольно смотрим на них с позиции Господа Бога. Ученые тоже, как правило, в качестве исследователей занимают позицию Всевышнего. И системы, и их составляющие - всего лишь объекты рассмотрения. И с этой позиции выражение «системы меняют свои свойства так, чтобы...» имеет право на существование.

Однако не следует забывать, что изменение параметров технических, человеко-машинных, или социальных систем - это всегда работа конкретных людей: инженеров, менеджеров, технологов, администраторов, бизнесменов. История социальной системы - это ведь наша с вами жизнь, полная радости и страданий, свершений и трагедий. То, что исследователю или Всевышнему представляется скачком, быстрым переходом на новый уровень, бифуркацией состояния, для конкретных личностей может составлять целый этап жизни (если не всю ее).

Синергетический процесс самоорганизации материи это (с точки зрения Господа) бесконечное чередование этапов «спокойной» адаптации и «революционных» перерождений, выводящих системы на новые ступени совершенства.

Но в тоже время синергетический процесс самоорганизации материи - это бесконечное чередование этапов «спокойной» инженерной, управленческой, организационной работы, адаптирующей существующие объекты к изменениям среды, и неординарных идей, новаторских решений, изобретений и «революционных» реорганизаций, выводящих системы на совершенно новые ступени совершенства. Именно на этих этапах человек, нашедший неординарное решение, практически реализует бифуркацию состояния конкретной системы.

Что такое «адаптационный этап» с нашей земной точки зрения? С точки зрения, так сказать, элементика, находящегося внутри системы. Просто мы все время занимаемся оптимизацией: инженер «шлифует» конструкцию изделия, управляющий добивается лучшей работы коллектива, бизнесмен - повышения рентабельности фирмы.

Что означает «катастрофный этап»? Это означает, что наступает наш звездный час: инженер изобретает новую конструкцию, управленец проводит коренную реорганизацию, бизнесмен открывает новое дело. Очевидно, что такие решения составляют наиболее эффективную форму человеческой деятельности. Умение, во-первых, в любой ситуации увидеть суть дела, во-вторых, вовремя заметить проблему, то есть не пропустить момент, когда обстоятельства требуют ломки привычных представлений, и, в-третьих, найти одно или несколько красивых решений, отличает людей, добивающихся успеха в любом деле.

Бифуркация состояния социальных и человекомашинных систем, таким образом, есть не только объективный факт, но и продукт мыслительной деятельности конкретных личностей.

Итак, история любой системы есть чередование эволюционных этапов, когда специалисты могут применять полученные ими знания, и этапов бифуркационного развития, когда находится человек, способный к неординарному мышлению, новаторству, изобретательству. И если законы синергетического развития универсальны, то можно предположить, что в основе неординарных творческих способностей гениальных личностей лежат как раз эти законы.

Следует особо подчеркнуть, что синергетика отнюдь не является одной из пограничных наук типа физической химии или математической биологии, возникающих на стыке двух наук (наука, в чью предметную область происходит вторжение, в названии пограничной науки представлена существительным; наука, чьими средствами производится "вторжение", представлена прилагательным; например, математическая биология занимается изучением традиционных объектов биологии математическими методами). По замыслу своего создателя профессора Хакена, синергетика призвана играть роль своего рода метанауки, подмечающей и изучающей общий характер тех закономерностей и зависимостей, которые частные науки считали "своими". Поэтому синергетика возникает не на стыке наук в более или менее широкой или узкой пограничной области, а извлекает представляющие для нее интерес системы из самой сердцевины предметной области частных наук и исследует эти системы, не апеллируя к их природе, своими специфическими средствами, носящими общий ("интернациональный") характер по отношению к частным наукам. Физик, биолог, химик и математик видят свой материал, и каждый из них, применяя методы своей науки, обогащает общий запас идей и методов синергетики.

Как и всякое научное направление, родившееся во второй половине XX века, синергетика возникла не на пустом месте. Ее можно рассматривать как преемницу и продолжательницу многих разделов точного естествознания, в

первую очередь (но не только) теории колебаний и качественной теории дифференциальных уравнений. Именно теория колебаний с ее "интернациональным языком", а впоследствии и "нелинейным мышлением" (Л.И. Мандельштам) стала для синергетики прототипом науки, занимающейся построением моделей систем различной природы, обслуживающих различные области науки. А качественная теория дифференциальных уравнений, начало которой было положено в трудах Анри Пуанкаре, и выросшая из нее современная общая теория динамических систем вооружила синергетику значительной частью математического аппарата.

### **Примеры синергетических процессов (из материалов Г. Хакена)**

Как упоминалось ранее, синергетика занимается изучением систем, состоящих из многих подсистем самой различной природы, таких, как электроны, атомы, молекулы, клетки, нейроны, механические элементы, фотоны, органы, животные и даже люди. В этом разделе хочется рассмотреть, каким образом взаимодействие таких подсистем приводит к возникновению пространственных, временных или пространственно-временных структур в макроскопических масштабах. В частности, внимание будет сосредоточено на тех ситуациях, когда структуры возникают в результате самоорганизации, и будет выяснено, какие принципы управляют процессами самоорганизации безотносительно к природе подсистем. В этой разделе приведены типичные примеры переходов беспорядок — порядок или порядок — порядок в самых различных областях от физики до социологии, а также дан краткий обзор основных понятий и математического подхода.

#### *Физика*

В принципе все фазовые переходы в физических системах, находящихся в термодинамическом равновесии, такие, как переход жидкость—газ, ферромагнитный переход или возникновение сверхпроводимости, подпадают под общее определение процессов, представляющих интерес для синергетики. С другой стороны, эти явления интенсивно изучаются теорией фазовых переходов, в последнее время — с помощью метода ренормгруппы, которому посвящено большое число книг и обзорных статей. Поэтому мы не будем рассматривать эти явления и сосредоточим внимание на тех современных достижениях синергетики, которые остаются за рамками теории фазовых переходов.

#### *Жидкости: образование динамических структур*

Прекрасные примеры образования структур все возрастающей сложности дает нам гидродинамика. Поскольку образование любой структуры означает, что предшествующее состояние жидкости не может существовать далее, т. е. становится *неустойчивым*, явления образования структур часто называют *неустойчивостями*.

Рассмотрим в качестве первого примера неустойчивость Тейлора и следующие за ней неустойчивости. В этих экспериментах изучается

движение жидкости между коаксиальными цилиндрами. Обычно внутренний цилиндр заставляют вращаться, а наружный закрепляют неподвижно, но производились и такие эксперименты, в которых вращались оба цилиндра. Мы опишем явления, наблюдаемые в том случае, когда наружный цилиндр закреплен неподвижно, а внутренний вращается с различными скоростями. При малых скоростях вращения жидкость образует коаксиальные линии тока. Это вполне понятно, так как внутренний цилиндр пытается увлечь за собой жидкость за счет трения между поверхностью цилиндра и жидкостью.

При возрастании скорости (обычно измеряемой в безразмерных числах Тейлора) возникает движение нового типа. Движение жидкости организуется в так называемые вихри Тейлора, в которых жидкость периодически движется то наружу, то внутрь в горизонтальных слоях.

Когда числа Тейлора, продолжая возрастать, достигают второго критического значения, вихри Тейлора начинают осциллировать с одной основной частотой, а при еще более высоких числах Тейлора — с двумя основными частотами. Иногда наблюдаются еще более сложные структуры. Наконец, при дальнейшем увеличении числа Тейлора наступает хаотическое движение.

Кроме того, по рассеянию излучения лазера измерялись распределение скоростей и его спектр Фурье. В отдельных случаях при увеличении числа Тейлора наблюдалось появление серии новых частот, составляющих  $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/16$  от основной частоты. Поскольку половинная частота соответствует удвоенному периоду, это явление получило название удвоения периода. Некоторые особенности, присущие образованию вихрей Тейлора, характерны для самоорганизующихся систем. Когда мы изменяем внешний параметр (в случае вихрей Тейлора — скорость вращения), система может образовывать иерархию структур, не обусловленную внешними воздействиями. Кроме того, структуры могут усложняться во времени и в пространстве.

Другой стандартный тип экспериментов приводит к конвективной неустойчивости (или неустойчивости Бенара) и большому числу неустойчивостей более высокого порядка. В этих экспериментах слой жидкости находится в сосуде определенной геометрии. На жидкость действует сила тяжести. Если жидкость подогревать снизу, а ее верхнюю поверхность поддерживать при постоянной температуре, то устанавливается некоторая разность температур. Эта разность температур (градиент температуры) порождает вертикальный поток тепла. Если градиент температуры мал, то перенос тепла происходит на микроскопическом уровне, и никакого макроскопического движения жидкости не наблюдается. Возрастая, градиент температуры достигает критического значения, и тогда внезапно устанавливается макроскопическое движение, образующее четко выраженные структуры: на одних участках нагретая жидкость поднимается, охлаждается у верхней поверхности, на других — опускается, именно в результате чего и возникает движение в виде цилиндрических ячеек. Характерный размер ячеек сравним по порядку величины с толщиной слоя жидкости, которая в

лабораторных системах может составлять от миллиметров до нескольких сантиметров.

В прямоугольной геометрии при увеличении градиента температуры, измеряемого в безразмерных единицах числом Рэлея, цилиндрические ячейки начинают осциллировать, при еще больших числах Рэлея наступают осцилляции с несколькими основными частотами, которые при дальнейшем возрастании числа Рэлея сменяются совершенно беспорядочным движением, называемым турбулентностью, или хаосом.

Переход от покоящегося слоя к турбулентности может происходить и по другим путям или сценариям; один из них осуществляется при удвоении периода. При возрастании числа Рэлея наступает весьма сложное движение, в котором период удваивается каждый раз, когда число Рэлея достигает очередного критического значения. В цилиндрических контейнерах могут наблюдаться концентрические, или, если нарушена симметрия относительно срединной горизонтальной плоскости, шестиугольные ячейки.

Кроме того, наблюдаются переходы между концентрическими и шестиугольными структурами и даже сосуществование цилиндров и шестиугольников.

Экспериментально наблюдались также семейства цилиндрических ячеек, расположенных под прямым углом друг к другу и образующих прямоугольную решетку. При более высоких числах Рэлея возникает структура, внешне напоминающая ковер.

Во многих случаях наблюдаемые структуры обладают различными дефектами. Для получения наиболее четко выраженных структур в современных экспериментах выбирают прямоугольные кюветы с малым аспектным отношением (т. е. отношением длины к ширине), обычно порядка единицы. При больших удлинениях отдельные переходы следуют один за другим очень быстро или даже сосуществуют. Другой класс экспериментов, в которых жидкость нагревается сверху, приводит к «неустойчивости Маренго». Кроме того, в атмосферах Земли и других планет множество различных структур образуется в результате совместного действия силы тяжести, вращения и нагревания.

Еще один класс структур, имеющих важное практическое значение, возникает при обтекании жидкостью или газом движущихся объектов: автомашин, самолетов и морских судов. И в этом случае специфические структуры также приводят к возникновению различных эффектов. Обратимся теперь к совершенно другой области физики — к лазерам.

### *Лазеры; когерентные колебания*

Лазеры, по существу, представляют собой особый тип ламп, способных испускать когерентное световое излучение. Типичный лазер состоит из кристаллического стержня или стеклянной трубки, заполненной газом, но конкретные детали схемы экспериментальной установки для нас сейчас не имеют значения. Существенно другое: атомы, из которых состоит рабочее

тело лазера, если их возбудить или «накачать» извне, испускают световые волны. При малой мощности накачки эти волны некоррелированные, как в свете, испускаемом обычной лампой. Если бы мы могли воспринимать такой свет на слух, он звучал бы для нас как шум.

Но стоит повысить мощность накачки до критического значения, как шум исчезает и сменяется чистым тоном. Это означает, что атомы испускают чисто синусоидальную световую волну, что, в свою очередь, означает: отдельные атомы действуют строго коррелированным образом, т. е. самоорганизуются. Когда мощность накачки превышает второе критическое значение, лазер может начать периодически испускать очень интенсивные и короткие импульсы.

При различных условиях испускание света может становиться «хаотическим», или «турбулентным», т. е. совершенно беспорядочным. Линейчатый спектр частот при этом сменяется широкополосным.

Ряд интересных эффектов может возникнуть, если лазер не только накачивать, но и облучать светом другого лазера. Например, лазер может перейти в одно из двух внутренних состояний:

- с высоким пропусканием падающего света;
- с низким пропусканием.

Поскольку эти два состояния стабильны, такая система называется бистабильной. Бистабильные элементы находят применение в качестве запоминающих и логических устройств в вычислительных машинах.

Ряд различного рода неустойчивостей (бистабильность, импульсы, хаос) возникает в тех случаях, когда лазер связан с так называемым насыщающимся поглотителем, т. е. материалом, коэффициент пропускания которого становится очень большим при достаточно высокой интенсивности света.

По различным причинам лазер сыграл решающую роль в развитии синергетики. Немаловажное значение имело, в частности, то, что явления, происходящие в области перехода лампа - лазер (в которых обнаружена удивительная и далеко идущая аналогия с фазовыми переходами в системах, находящихся в тепловом равновесии), поддаются теоретическому анализу и могут быть подробно исследованы экспериментально. Аналогия, которую мы имеем в виду, включает в себя неустойчивость, приводящую к нарушению симметрии, критическое замедление и критические флуктуации. Как показывают результаты исследований, вблизи точки перехода синергетической системы флуктуации могут иметь решающее значение.

*Плазма; неисчерпаемое разнообразие неустойчивостей*

Плазма состоит из газа, атомы которого частично или полностью лишены своего электронного облака, т. е. ионизованы. Соответственно плазму можно охарактеризовать как газ (или жидкость), состоящий из электрически заряженных частиц. Поскольку в жидкостях могут наблюдаться самые различные неустойчивости, неудивительно, что они существуют и в плазме. Заряды и их взаимодействие с электромагнитными полями могут породить новые типы неустойчивостей, и действительно, в плазме наблюдается



поистине неисчерпаемое множество разнообразных неустойчивостей. Перечисление возможных типов неустойчивостей в плазме выходит за рамки нашей исследовательской работы, носящей реферативный характер. Плазма может не только переходить в упорядоченные состояния, но и мигрировать от одной неустойчивости к другой; из-за сильной неустойчивости одни состояния могут вымирать, уступая место другим, и т. д. Исследование этих явлений имеет первостепенное значение для разработки термоядерных установок и других областей, например для астрофизики.

#### *Физика твердого тела: мультистабильность, импульсы, хаос*

Приведем лишь несколько примеров, в которых при изменении внешних условий происходят качественно новые явления.

а) *Осциллятор Ганна*. Если к образцу арсенида галлия (GaAs) приложить относительно небольшое напряжение, возникает постоянный ток, подчиняющийся закону Ома. Когда же напряжение, возрастая, достигает некоторого критического значения, постоянный ток сменяется периодическими импульсами. При дальнейшем возрастании напряжения периодичность импульсов может нарушаться — наступает хаос.

б) *Туннельные диоды*. Их изготавливают из полупроводников, в которые, чтобы деформировать их энергетические зоны, внедрены определенные примесные атомы. При наложении электрического поля возникает туннельный ток, и диод может переходить в различные рабочие состояния.

в) *Термоупругие неустойчивости*. Качественные изменения поведения в макроскопических масштабах наблюдаются и в механике, например в термоупругих неустойчивостях. Если к твердому телу приложить нагрузку, то за пределами упругости при некотором критическом значении напряжения могут возникнуть качественно новые явления, например акустическое излучение.

г) *Рост кристаллов*. Структуры в кристаллах могут наблюдаться при двух различных масштабах длины. На микроскопическом уровне атомы (или молекулы) образуют правильную решетку со строго заданными расстояниями между узлами. Порядок на микроскопическом уровне - правильное расположение атомов или молекул в решетке - можно наблюдать с помощью дифракции рентгеновских лучей или электронов. Постоянная кристаллической решетки дает один масштаб длины. Другой масштаб длины связан с макроскопической формой кристалла, например с формой снежинки. Структуру кристаллической решетки по общепринятому мнению удастся объяснить, предположив, что атомы или молекулы находятся в состоянии с минимальной свободной энергией, которое в принципе может быть вычислено с помощью квантовой механики. Объяснение макроскопических форм кристаллов требует иного подхода. В этом случае необходимо исследовать процессы роста кристаллов. Изучением такого рода проблем занимается синергетика.

## **Техника**

*Строительная механика, сопротивление материалов, авиа- и ракетостроение: выпучивание после «выхлопа», флаттер и т. д.*

В технике хорошо известны случаи, когда изменение внешних параметров вызывает резкие макроскопические изменения систем. Примеры: изгиб стержня под действием нагрузки, исследованный в XVIII веке Эйлером; разрушение мостов при закритическом нагружении; деформации тонких оболочек под действием однородных нагрузок (слайд №21): в них после «выхлопа» возникают шестиугольные и другие структуры. Механические неустойчивости наблюдаются не только в статике, но и в динамике — таково, например, явление флаттера.

*Электротехника и электроника: нелинейные колебания*

Радиоволны генерируются электромагнитными осцилляторами, т. е. цепями, содержащими электронные лампы или транзисторы. Когерентные электромагнитные колебания этих устройств можно рассматривать как одно из проявлений самоорганизации. В не колебательном состоянии электроны движутся случайно, так как их движение связано с тепловым шумом, но при подходящих внешних условиях могут возникнуть незатухающие колебания, при которых макроскопический электрический ток в электронной цепи осциллирует с вполне определенной частотой. Если генераторы связаны между собой, то возникает ряд явлений, общих с наблюдаемыми в гидродинамике: появление комбинационных частот, удвоение или утроение периода и хаос, т. е. беспорядочное излучение. Важное значение при этом имеет вопрос о том, может ли система связанных генераторов действовать как набор элементов, каждый из которых колеблется со своей частотой, или возникают совершенно новые типы движения, например хаотическое движение.

В этой области синергетика сосредоточивает свое внимание на тех явлениях, которые сопровождаются образованием макроскопических структур. Обычно если дать реагентам провзаимодействовать, интенсивно перемешивая реакционную смесь, то конечный продукт получается однородным. Но в некоторых реакциях могут возникать временные, пространственные или смешанные (пространственно-временные) структуры. Наиболее известным примером может служить реакция Белоусова—Жаботинского. В колбу сливают в определенных пропорциях  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{KBrO}_3$ ,  $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , добавляют несколько капель ферроина (индикатор окисления — восстановления) и перемешивают. В реакторе непрерывного перемешивания могут возникать концентрационные колебания, наблюдаемые, если непрерывно подводить реагенты и отводить конечные продукты; в этом случае колебания продолжаются неограниченно долго. В настоящее время известны десятки систем, в которых наблюдаются химические колебания.

Изменяя на входе концентрацию одного из реагентов, можно получить последовательность различных типов поведения, периодические колебания, чередующиеся с хаотическим режимом.

Если реакционную смесь не перемешивать, то могут возникнуть пространственные структуры. Например, в реакции Белоусова—Жаботинского наблюдаются концентрические волны или спирали. Некоторые колебательные реакции чувствительны к свету (фотохимия). Под воздействием света в них могут наблюдаться либо периодические концентрационные колебания, либо хаотические состояния. Совершенно иной класс макроскопических структур, возникающих при непрерывном подводе вещества, составляют пламена. Возможно, понятия синергетики позволят по-новому понять механизм этих явлений, известных с тех пор, как люди увидели огонь. Наконец, следует ожидать, что методы и понятия синергетики окажутся применимыми в химии и на молекулярном уровне, в частности, к поведению биологических молекул. Однако все эти области в данный момент переживают стадию бурного развития, поэтому не были рассмотрены в реферате.

Животный мир дает нам поистине необозримое множество высоко упорядоченных и великолепно функционирующих структур. По-видимому, в биологической системе ничто не происходит без кооперации отдельных ее частей на высоком уровне. Синергетические процессы позволяют биологическим системам «трансформировать» энергию, предварительно преобразованную на молекулярном уровне, в ее макроскопические формы. Синергетические процессы проявляются в мышечном сокращении, приводящем к всевозможным движениям, электрических колебаниях в коре головного мозга, образовании заряда у электрических рыб, распознавании образов, речи и т. д. Все это объясняет, почему биология по праву считается наиболее важной областью исследований для синергетики. В то же время не следует забывать и о чрезвычайной сложности биологических систем; поэтому мы поступим разумно, если сосредоточим внимание лишь на избранных проблемах, примеры которых будут приведены ниже.

Основную проблему морфогенеза можно сформулировать следующим образом: откуда первоначально недифференцированные клетки знают, где и каким образом дифференцироваться? Как показывают эксперименты, такого рода информация не содержится в отдельных клетках. Клетка, находящаяся в ткани, получает информацию о своем положении от окружающих клеток, после чего происходит дифференциация. В экспериментах, произведенных на эмбрионах, клетка из центральной части тела после пересадки в головной отдел развивалась в глаз. Эти эксперименты показали, что клетки не располагают информацией о своем последующем развитии с самого начала (например, через ДНК), а извлекают ее из своего положения в клеточной ткани. Предполагается, что носителем позиционной информации служит химическая «праструктура». Эти структуры обязаны своим возникновением совместному действию реакций и диффузии молекул.

Предполагается также, что при достаточно высокой локальной концентрации этих молекул, называемых морфогенами, включаются в работу гены, что и приводит к дифференциации клеток. В гидре удалось обнаружить ряд веществ, которые считаются хорошими кандидатами в активаторы или

ингибиторы образования головы или щупалец. Если подробную «синергетическую» теорию развития органов, например глаза, еще предстоит разработать, то образование более простых структур, например полос на шкуре, узоров на крыльях бабочек, уже сейчас находит объяснение в рамках синергетического подхода.

К числу явлений, ожидающих здесь своего объяснения, относятся, например, множественность и распределение видов. Если различные виды поддерживаются общим пищевым ресурсом, то начинается межвидовая борьба, и тогда применим принцип Дарвина: *выживает наиболее приспособленный вид*. (Нельзя не отметить сильную аналогию, существующую между конкуренцией лазерных мод и межвидовой борьбой.) Если имеются разнотипные пищевые ресурсы, то становится возможным *сосуществование* видов.

Численность видов может быть подвержена *временным колебаниям*. В начале XX века рыбаки на побережье Адриатического моря обратили внимание на периодические изменения численности популяций рыб. Эти колебания обусловлены «взаимодействием» между рыбами-хищниками и рыбами-жертвами. Если хищники поедали слишком много рыб-жертв, то численность жертв падала, что, в конечном счете, приводило к сокращению популяции хищников. В свою очередь уменьшение численности хищников способствовало росту популяции рыб-жертв, и таким образом возникали циклические изменения обеих популяций. У других популяций, например у популяций некоторых насекомых, численность может быть подвержена *хаотическим вариациям*.

Эволюцию можно рассматривать как образование все новых и новых макроскопических структур (а именно новых видов). Модели эволюции биомолекул основаны на математической формулировке принципа Дарвина, т. е. выживания наиболее приспособленного вида. Предполагается, что биомолекулы размножаются автокаталитически (или более сложным способом за счет циклического катализа в «гиперциклах»). Можно показать, что такой механизм обуславливает отбор, который, в сочетании с мутациями, может приводить к эволюционному процессу.

Новую серию примеров поведения сложных систем в биологии дает нам кинетика ферментов и антител анти генов. Так, в последнем случае были успешно разработаны новые типы антител, в которых антитела действуют как антигены, что приводит к очень сложной динамике всей системы.

Проблема состоит в том, чтобы построить сеть вычислительных машин, в которой распределение вычислений между отдельными компонентами осуществлялось бы на основе самоорганизации информации. В то время как синергетические методы позволяют рассматривать непрерывные изменения общей задачи, выяснение возможностей сети вычислительных машин (и в частности, ответ на вопрос, может ли такая сеть справиться с качественно новыми заданиями) требует серьезных дополнительных исследований.

Для полноты упомянем как типично синергетический процесс распознавание образов. Математическая разработка этого круга проблем на основе методов синергетики находится еще в младенческом состоянии, поэтому не будем приводить здесь какие-либо подробности.

Обычно отдельные элементы системы, особенно на молекулярном уровне, могут быть ненадежными из-за дефектов, тепловых флуктуации и по другим причинам. Существует предположение, что к подобному типу относятся такие элементы нашего мозга, как нейроны. Природа справилась с проблемой построения надежных систем из столь ненадежных элементов. Что же касается элементов наших вычислительных машин, то они, становясь все меньше, становятся все менее надежными. Как можно было бы скомпоновать элементы вычислительной машины, чтобы система в целом функционировала надежно? Методы синергетики, с которыми мы познакомимся в дальнейшем, позволяют предложить системы, способные справиться с этой задачей. Вот, например, как можно построить надежную память из ненадежных элементов? Для того чтобы описать поведение отдельного элемента, воспользуемся понятием параметра порядка. Смысл его мы объясним позднее, а пока нам достаточно интерпретировать параметр порядка с помощью частицы, движущейся в потенциале (и совершающей сильно затухающие колебания). Два рабочих состояния 1 и 2 элемента памяти отождествим с двумя минимумами потенциала. Ясно, что если «ущелья» имеют плоское дно, то шум вынудит «частицу» двигаться туда и обратно, и рабочее состояние становится невозможным. Но если связать между собой несколько элементов, то получится потенциал с более глубокими ямами, и удержание станет более возможным. Связывая элементы в различной последовательности, можно получить несколько надежных рабочих состояний. Обратимся теперь к явлениям, изучаемым науками, не относящимися к числу наук о природе.

Макроскопические изменения, происходящие в экономике, подчас носят драматический характер. Типичным примером может служить переход от полной занятости к неполной. Изменение некоторых параметров управления, такое, как переориентация капиталовложений с увеличения производства на совершенствование производства, может привести к новому состоянию экономики, т. е. к неполной занятости. Колебания между этими двумя состояниями наблюдались и могут быть объяснены методами синергетики. Другим примером развития макроскопических систем может служить эволюция общества от аграрного к индустриальному.

Резкие изменения в макроскопических масштабах наблюдаются в экологии и родственных ей областях. Например, в горных районах изменение климата с высотой над уровнем моря (управляющий параметр) может быть причиной существования различных растительных зон. Аналогичные наблюдения имеются и в отношении различных климатических поясов на Земле, также приводящих к существованию различных растительных зон. Другие примеры макроскопических изменений дает загрязнение окружающей

среды: увеличение зараженности на несколько процентов может привести к вымиранию целой популяции, например к гибели всей рыбы в озере.

Исследования социологов убедительно свидетельствуют, что формирование «общественного мнения» (которое можно определять по-разному) — коллективное явление. Один из его механизмов, возможно имеющий фундаментальное значение, был обнаружен в результате экспериментов С. Эша. Основная идея этих экспериментов заключалась в следующем. Группе, состоявшей примерно из десяти «испытуемых», предлагалось указать, с какой из трех различных по длине линий совпадает предъявляемый отрезок. За исключением одного настоящего испытуемого все остальные члены группы были помощниками экспериментатора, о чем испытуемый не знал. В первом опыте помощники давали правильный ответ (испытуемый также давал правильный ответ). В последующих опытах испытуемые давали неверные ответы, и примерно 60% испытуемых также давали неверные ответы. Это свидетельствует о том, что мнение остальных членов группы явно влияет на мнение индивидуумов. Результаты лабораторных экспериментов Эша подтверждаются натурными экспериментами Э. Ноэль-Неймана. Поскольку в процессе формирования общественного мнения индивидуумы оказывают друг на друга взаимное влияние, то и это явление может быть проанализировано схема эксперимента методами синергетики. В частности, при некоторых внешних условиях (состояние экономики, высокие налоги) общественное мнение может резко измениться, что проявляется, например, в возникновении различного рода кризисных ситуаций.

*Что общего между приведенными выше примерами?*

Во всех случаях система состоит из очень большого числа подсистем. При изменении определенных условий (управляющих параметров), даже если эти изменения ничем, казалось бы, не выделены, в системе образуются качественно новые структуры в макроскопических масштабах. Система обладает способностью переходить из однородного, недифференцированного состояния покоя в неоднородное, но хорошо упорядоченное состояние или даже в одно из нескольких возможных упорядоченных состояний. Такие системы могут находиться в различных устойчивых состояниях (бистабильность или мультистабильность) и могут быть использованы, например, в качестве элементов памяти (каждое устойчивое состояние соответствует определенному числу, например в случае бистабильной системы — нулю и единице) в вычислительных машинах. В упорядоченном состоянии могут происходить также колебания различных типов с одной частотой (периодические колебания) или с несколькими частотами (квазипериодические колебания). Система может совершать также случайные движения (хаос). Кроме того, могут возникать пространственные структуры, например ячейки, напоминающие по внешнему виду пчелиные соты, концентрические волны или спирали. Такие структуры могут поддерживаться в динамике за счет непрерывного потока энергии (или вещества) через систему

(с подобными ситуациями мы сталкиваемся, например, в гидродинамике). В других случаях структуры сначала возникают в динамике, а затем как бы «отвердевают»; с подобными ситуациями мы сталкиваемся, например, в процессах роста кристаллов или в морфогенезе. В более абстрактном плане можно утверждать, что в социальных, культурных или научных «системах» также возникают структуры — идеи, понятия, парадигмы. Таким образом, во всех случаях мы имеем дело с процессами самоорганизации, приводящими к возникновению качественно новых структур в макроскопических масштабах. Какие механизмы порождают эти новые структуры? Каким образом описать переходы из одного состояния в другое? Поскольку системы, о которых идет речь, могут состоять из подсистем самой различной природы (атомов, молекул, клеток или животных), на первый взгляд кажется, что поиск общих понятий и математических методов — дело безнадежное. Чтобы читатель мог лучше понять, почему это именно так, приведем аналогии между синергетикой и другими науками.

Почему сравнительно просто научить школьной алгебре, геометрии или физике? Потому что, во-первых, есть небольшой конкретный материал про то, что и как вычислять, строить или измерять в простейших случаях. Во-вторых, есть четко очерченная область, в которой эти правила следует применять, чтобы получать ответы, за которые поставят пятерку, а то и дадут приз на олимпиаде. То же относится и к другим физико-математическим наукам.

Синергетика от этой благостной картины отличается в двух отношениях. Во-первых, в ней нет простых и ясных рецептов, что и как надо считать. Она, скорее, помогает задавать вопросы, искать системы, которые могут обладать необычными свойствами, выделять общие черты в конкретной задаче. Разумеется, в ней есть и концепции, и понятия, и модели, и аппарат. Но применимы ли они к той проблеме, с которой пришел в синергетику исследователь или которую он собирается поставить, обычно совершенно не ясно. В "хороших науках" дело обстоит не так — если есть задача в задачнике, то точно все должно быть применимо. И дело только в изобретательности и настойчивости применяющего. Во-вторых, междисциплинарность подразумевает два этапа. На первом специалист из какой-то области обращается к идеям и представлениям синергетики. Применяет их к своей проблеме. Это удается очень многим. На втором этапе он возвращается с полученным результатом в свою область и убеждается сам в нетривиальности последнего и демонстрирует ее коллегам. Со вторым этапом справляется гораздо меньшее количество ученых. "Искусству задавать вопросы" научить намного труднее, чем "искусству получать ответы". Первое в гораздо большей степени зависит от научного и общекультурного контекста, с которым работает ученый. Как говорят филологи и специалисты по машинному переводу, текст обычно содержит лишь 10% информации, 90% определяется контекстом, который мы привносим, воспринимая сообщение. По-видимому, этот синергетический эффект относится и к научному творчеству. С другой стороны,

междисциплинарные подходы очень обогащают тот контекст, в котором работает ученый, вот почему научной культуре обобщающие идеи синергетики оказались очень близки.

Для многих классиков русской и советской науки было характерно стремление увидеть общее в различных дисциплинах и на этой основе получить оригинальные результаты в каждой из них. При этом организация дальнейших исследований, усилия по изменению отношения общества к научным результатам, выращивание учеников, непосредственное участие в государственных делах ценились научным сообществом весьма высоко. Вспомним М.В. Ломоносова, который занимался и химией, и физикой, и историей, и филологией, который "сам был нашим первым университетом". Дмитрий Иванович Менделеев был не только великим химиком, видным общественным деятелем, много сделавшим для развития промышленности в целом, и нефтехимии в частности, в своем отечестве. Он был блестящим профессором, написавшим основополагающие учебники, демографом, выдающимся экономистом. И свои работы по обоснованию государственной поддержки отечественных предпринимателей – политики протекционизма – сам он оценивал не менее высоко, чем свои исследования по химии. Любопытно, что и в то время "междисциплинарность" опиралась на прочный естественнонаучный фундамент, на использование математики. В этой связи интересна мысль одного из самых блестящих политиков России – Сергея Юльевича Витте, способствовавшего многократному увеличению протяженности сети железных дорог, осуществившего одну из наиболее удачных денежных реформ, заложившего основы политехнического образования в России и предсказавшего ход исторических процессов на десятилетия вперед. Он, получивший физико-математическое образование, делил всех математиков на "математиков-вычислителей" и "математиков-философов". С.Ю. Витте ценил вторых гораздо выше и полагал, что их мнение, совет и исследования могут быть весьма важны в государственных делах.

Теперь, понятно, почему труды Г. Хакена посвящены поиску общих понятий и математических методов систем из подсистем различной природы.

Выход из жизненной ситуации, когда после длительного пути понимаешь, что оказываешься в тупике и проделанный путь завел тебя совсем не туда, куда хотелось, а привел к вредным незапланированным и опасным последствиям, всегда очень болезненный. Потому что сопровождается крахом привычных представлений, оказавшихся иллюзиями. Иллюзии проходят, остаются непредвиденные последствия и неопределенность, требующая принятия новой программы действий. В зависимости от уровня нравственного развития, темперамента, характера последствий и условий в создавшемся "тупике", человек может реагировать по-разному: продолжать "биться головой о стену", предаться "пиру во время чумы" или после горьких раздумий приступить к движению в новом направлении. Для целого общества, оказавшегося в такой ситуации болезненность последствий и инерционность принятия новых программ



существования усиливается во много раз, последствия могут носить глобальный, планетарный и, увы, необратимый характер. Развитие общества в XX веке привело население планеты к такому тупику – глобальному планетарному кризису развития. К счастью, кроме “битья о стену” и “пира” научная общественность после горьких раздумий и нескольких попыток (первой была экология) предложила для выхода из кризиса человечества – синергетику – программу междисциплинарного объединения знаний.

### *Человечество Земли на чаше весов*

Конец века стал эпохой горького отрезвления "физиков" - ни ракеты, ни ядерные реакторы, ни суперкомпьютеры, ни миллионы новых товаров, выброшенных на рынок, оказались не в состоянии дать не только спокойствие, гармонию, надежду на светлое "завтра", но и просто обеспечить сытое и безопасное "сегодня".

В самом деле, ученые снабдили политиков оружием, способным многократно уничтожить все живое на планете, однако не выяснили, как от него избавиться и что следует делать дальше. Они дали новые источники энергии и проблему уничтожения радиоактивных отходов вкупе с вполне реальной угрозой ядерного терроризма. Они подарили миру антибиотики, спасли миллионы жизней, но тем самым ускорили естественный отбор в мире микроорганизмов. И это привело к появлению штаммов, устойчивых ко всем созданным препаратам. Появились глобальные проблемы в окружающей среде: озоновая дыра, перспектива глобального потепления, гибель огромных массивов тропических лесов. Встревоженные ученые, разделяющие их озабоченность политики. Но разделяющие не настолько, чтобы договориться о чем-нибудь конкретном. Тупик "устойчивого развития". Медаль почему-то всегда имеет обратную сторону.

Однако гораздо опаснее другое. Отставание нравственных императивов от уровня технологии. Создатели первых подводных лодок полагали, что их оружие будет настолько страшным, что войны прекратятся. Но они ошиблись. Судьба Хиросимы, недавние бомбардировки в центре Европы с целью "преподать урок" сербам и многие другие трагедии, как выяснилось, ничему не учат. Не меняют императивов.

Закрывать глаза на будущие проблемы и опасности удобно, приятно, хотя и небезопасно.

На гамлетовский вопрос "быть или не быть?" очень хочется ответить: "Быть!". Но это сегодня оказывается очень непросто.

Взгляды многих специалистов, занимающихся глобальными проблемами, на этот вопрос часто оказываются близки или совпадают. Большинство из них на первое место ставят проблему бедности и неравенства в потреблении ресурсов Земли. Вот несколько характерных оценок.

"С одной стороны, богатая часть населения (15 %) потребляет более трети питательных веществ и более половины энергии, вырабатываемой на Земле. С другой стороны, по-видимому, четверть населения Земли, по крайней мере, в определенные сезоны года, голодает. Более одной трети живет в странах,

где детская смертность выше чем 1 из 10", - пишет редактор журнала "Environment" У.К.Кларк.

"Мировая экономика требует все большего количества сырья. Но при этом происходит резкое размежевание стран по его потреблению. Так, если в США в 1991г. на каждого человека приходилось 2613кг нефти, то в Индии - 62кг, Эфиопии - 14кг, а в Заире - лишь 10кг. Примерно так же обстоит дело и с другими видами сырья. Если бы развивающиеся страны попытались приблизиться к существующему в США экономическому уровню, то добычу разных видов сырья пришлось бы увеличить в 75-250 раз. А это означает, что в ближайшие два десятилетия природные ресурсы Земли могут быть полностью исчерпаны", - утверждает директор Института социально-политических исследований РАН академик Г.В. Осипов.

В недавно вышедшей книге "Земля на чаше весов" вице-президент США с 1993 по 2001 год А.Гор высказывает мнение о тупике, в который завела американское общество "рыночно-потребительская цивилизация", подводящая сейчас всю планету к опасной черте.

Создается впечатление, что человечество в шестидесятые годы неверно прошло точку бифуркации. Оно не изменило вовремя императивов развития. Общие цели и стабильное будущее оказались принесены в жертву сиюминутным политическим выгодам и предрассудкам ушедшей эпохи.

Нам довелось застать времена большого оптимизма. Сначала по поводу управляемого синтеза в магнитных ловушках. Потом по поводу лазерного термояда. Роскошные международные конференции, блеск в глазах первокурсников, которые хотели заниматься именно этим.

Прекрасные доклады, в которых убедительно доказывалось, что альтернативные источники (ветер, приливы, тепло Земли) серьезной альтернативой не являются. Потом оптимизма поубавилось, энтузиазм пропал, а проблема осталась.

На Физтехе в свое время объясняли, что все проблемы можно разделить на технические и научные. Решение технических проблем существует и, вложив достаточно много денег, его можно получить. С научными проблемами все иначе. Их решение может как существовать, так и не существовать.

С проблемами энергетики, видимо, произошла ошибка. Их приняли за технические, в то время как они являются научными. Отходы атомных станций заставили вспомнить о совершенно иных временных масштабах. Некоторые из отходов будут представлять опасность на временах порядка тысячелетий. Недешево придется платить за сегодняшнее благополучие. Мы с легкостью нарушаем законы природы, по которым все живое управляется чувством голода и опасности.

Каждый день тратятся невозполнимые ресурсы - уголь, нефть, газ. Не будем драматизировать ситуацию, но даже по оптимистическим оценкам, человечество за один год сжигает огромное количество ископаемого топлива, на производство которого природа затратила миллионы лет. Общее потребление энергии в мире возросло с 21 ЭДж в 1900 г. до 318 ЭДж в 1988 г. (Один эксаджоуль равен  $10^{18}$  джоулей, или количеству тепла, получаемого

при сжигании 27 млн. кубометров сырой нефти.) Из них 38 % промышленного потребления топлива приходится на долю нефти, 20 % приходится на долю природного газа и около 30 % - на долю каменного угля, который является "грязным" топливом, добыча и сжигание которого могут наносить большой вред окружающей среде. Львиную долю остальной энергии дают атомные электростанции. Однако при современном уровне потребления, как утверждают эксперты, нефти хватит на 35 лет, а каменного угля на 206 лет. Но, если иметь в виду прогноз темпов потребления для 2030 года, когда на Земле будет жить около 10 млрд. человек, эти сроки сократятся до приблизительно 29 лет.

Иными словами, энергетику ждут большие перемены. Требуется решение весьма сложных проблем улучшения ресурсной базы в очень небольшие сроки.

На первый взгляд, кажется, что решение проблемы существует. Сейчас объем производимой и используемой на Земле энергии не превышает одной десятитысячной доли энергии, приходящей от Солнца. Создаем системы в космосе, способные поглощать намного больше энергии, решаем проблему ее транспортировки - и в розетках на планете по-прежнему течет переменный ток напряжением в 220 вольт.

Но весьма возможно, что мы уже с растущей скоростью удаляемся от равновесия. Если мы решим больше потреблять, то сначала надо подумать, что делать с тепловыми отходами. Прикинуть, сможем ли мы устойчиво поддерживать новый тепловой баланс Земли. Да и вообще это хорошая привычка физиков - сначала подумать, а потом сделать. Другими словами, есть еще одна неплохая задачка для всей нашей цивилизации.

Но если в розетках не будет тока, то нам придется не только добывать огонь трением и делать каменные рубила, но и вспоминать многое другое из времен неолита.

Становится ясно, что путь технологической цивилизации, по которому человечество уверенно шагало последние четыре века, подошел к концу, что с такими стереотипами массового сознания нам попросту не выжить. Нетрудно предположить, что в XXI в. от многих привычных вещей придется отказаться, как в сфере технологии, так и в области идеологии, морали, основополагающих представлений о человеке. Возможно, XXI в. войдет в историю как начало эпохи Великого Отказа.

Естественные науки долго разбирались как устроена природа и как поставить на полку новый товар в огромном "универсуме" технического прогресса. Но сделает ли все это жизнь одних людей счастливой, а других хотя бы терпимой? Про это их не спрашивали, а значит, и отвечать на такие вопросы не научили.

"Физики" и "лирики" по отдельности не выдержали экзамена в XX веке. В следующем веке его придется сдавать вместе. В конце нашего века междисциплинарный синтез, направленный на выработку новых императивов развития, технологий выживания, идеологии XXI в., стал не

игрой ума, не академической программой, родившейся в кабинетной тиши, а насущной необходимостью.

Для решения всех обрисованных проблем недостаточно усилий инженеров и математиков, политической воли и продуманной стратегии. Принципиальными становятся вопросы, что и как быстро люди готовы понять и принять, как изменится их восприятие мира и себя, какие смыслы и ценности можно и нужно сохранить, а от чего придется отказаться.

Встает задача представить варианты будущего, "спроектировать" его и понять, какой человек может в этом будущем жить. Вновь встает проблема "нового человека". Придется не только "возлюбить ближнего", но и "возлюбить дальнего" гораздо в большей мере, чем в предшествующие эпохи. Лучше этой задачей заняться раньше, чтобы культура, идеология, религия и политики успели подстроиться к новому будущему. Чем позже человечество возьмет на себя ответственность за свою историю, тем уже будет коридор доступных ему возможностей.

К сожалению, на решение многих глобальных задач отпущено немного времени. Поэтому научному сообществу, вероятно, придется заняться изучением структуры нашего незнания и выделением ключевых задач, решение которых помогло бы человечеству выжить. Решение большинства ключевых проблем связано с междисциплинарными исследованиями, получившими современное развитие под флагом новой научной программы - синергетики. Эти исследования позволяют избегать ситуаций, в которых погоня за локальным выигрышем, предлагаемым специалистами в конкретной области, оборачивается глобальным проигрышем, за который приходится расплачиваться всем.

#### *Что делать?*

Без сгущения красок, описанная выше картина современного развития Человечества выглядит, по меньшей мере, непривлекательной, если не сказать угрожающей. Невольно возникает вопрос: "Как до этого дожили?" и "Что делать?"

Анализ показывает, что история развития человеческого мировоззрения проходила в непрестанной борьбе между идеализмом и материализмом. В разные периоды развития побеждало то духовное начало, то материальное. Последним историческим этапом развития в этой борьбе (с XV века) стал антропоцентризм, который можно назвать агрессивным материализмом "с человеческим лицом", подразумевающий всемогущество человека в развивающемся мире. Что дало интенсивный толчок в развитии естественных и технических наук и привело Человечество к тому состоянию, в котором мы сейчас находимся. При этом во все времена развития Человечества кроме двух агрессивно непримиримых противоположных направлений всегда существовали представления о неразрывном единстве этих двух начал: духовного и материального. Эти представления не навязывались, до них человек доходил сам. Люди с такими представлениями объединялись в специальные общества для посвященных, где при определенном духовном развитии они могли расширить свои знания о Единстве Мира. Наука,

объединяющая древние знания посвященных, устанавливающая Единство Всего в Одном и Одного во Всем, открывающая основные принципы связи духовного и материального с Космическим Целым и со всеми существами и частями видимого и невидимого Мира, называется эзотерика или оккультизм.

Современной попыткой перейти от конфронтации между материальным и духовными началами, к сотрудничеству и единению, стала синергетика.

Конечно, к сожалению, на такое междисциплинарное единение науки пошли не от хорошей жизни, а скорее от безысходности найти выход из создавшегося кризиса развития Человечества. Увы, следует констатировать, что под знаменами естествознания у “всесильного” человека-творца, без надлежащего духовного развития, ничего не получилось.

Синергетика с её статусом метанауки изначально была призвана сыграть роль коммуникатора, позволяющего оценить степень общности результатов, моделей и методов отдельных наук, их полезность для других наук и перевести диалект конкретной науки на высокую латынь междисциплинарного общения. Положение междисциплинарного направления обусловило еще одну важную особенность синергетики - ее открытость, готовность к диалогу на правах непосредственного участника или непритязательного посредника, видящего свою задачу во всемирном обеспечении взаимопонимания между участниками диалога. Диалогичность синергетики находит свое отражение и в характере вопрошания природы: процесс исследования закономерностей окружающего мира в синергетике превратился (или находится в стадии превращения) из добывания безликой объективной информации в живой диалог исследователя с природой, при котором роль наблюдателя становится осязаемой, осязаемой и зримой.

Общие закономерности поведения систем, порождающих сложные режимы, позволяют рассматривать на содержательном, а иногда и на количественном уровне, такие вопросы, как уровень сложности восприятия окружающего мира как функции словарного запаса воспринимающего субъекта, роль хаотических режимов, их иерархий и особенностей в формировании смысла, грамматические категории как носители семантического содержания, проблемы ностратического языкознания (реконструкция праязыка) как восстановление «фазового портрета» семейства языков и выделения аттракторов, и многое другое.

Является ли синергетика междисциплинарным подходом, совершенно новой наукой или просто особым философским взглядом - ей предстоит еще доказать самой. Однако свежесть новых идей и неожиданных подходов к известным проблемам составляет несомненную прелесть этой отрасли знания.

## Космология и теория нестационарной вселенной

Космология (К.) - физ. учение о Вселенной как целом, основанное на наблюдательных данных и теоретич. выводах, относящихся к охваченной астрономич. наблюдениями части Вселенной. Теоретич. фундамент К. составляют осн. физ. теории (теория тяготения, теория эл.-магн. поля, квантовая теория и др.), эмпирические сведения предоставляются ей гл. обр. внегалактической астрономией, а ее выводы и обобщения имеют большое общенаучное и философское значение.

Важную роль в К. играет тяготение, т. к. именно оно определяет взаимодействие масс на больших расстояниях, характерных для К., а следовательно и динамику космич. материи. Наряду с изучением динамики космич. материи К. рассматривает её совр. физ. св-ва, а также их эволюцию.

Вещество, входящее в состав звёзд, галактик, межгалактич. газа и т. п., в прошлом имело иные св-ва. Оно прошло, согласно совр. космологич. представлениям, стадию чрезвычайно высоких плотностей и темп-р, ещё недоступных экспериментальной физике. Эта стадия отстоит от современной на 10 - 20 млрд. лет. По-видимому, в то время первичная материя была распределена однородно и изотропно, без выделенных областей или направлений, и находилась в состоянии повсеместного расширения, ведущего к уменьшению плотности и темп-ры. При темп-рах  $10^{12}$ - $10^{11}$  К характерное время расширения (напр., время уменьшения темп-ры вдвое) составляло тысячные доли секунды. При понижении темп-ры до  $\sim 10^{11}$  К плотность материи (включая излучение, частицы и античастицы) должна была уменьшиться до плотности ядерного вещества. С этого момента эволюции становится возможным изучение св-в материи на основе твердо установленных ядерной физикой фактов и развитой теории.

Эпоха, соответствующая температуре  $T \gg 10^{10}$ - $10^8$  К и времени расширения  $t \sim 1$  с, явл., вероятно, наиболее ранней, о к-рой есть прямые наблюдательные свидетельства. В ту эпоху должно было происходить образование ядер гелия, дейтерия и др. лёгких элементов из протонов и нейтронов. Содержание этих элементов в совр. космич. веществе согласуется с расчётными значениями, что говорит о космологич. происхождении лёгких элементов (тяжёлые элементы синтезируются в звёздах).

После образования ядер лёгких элементов ( $t \sim 100$  с) вещество ещё длительное время (ок. 1 млн. лет) представляло собой плазму. В термодинамическом равновесии с плазмой находилось излучение (темп-ра вещества, т. е. протонов, электронов, ядер лёгких элементов, была равна темп-ре излучения, спектр излучения - планковский, см. Планка закон излучения). Высокие плотность и темп-ра излучения не позволяли образовываться нейтральным атомам (было много фотонов, способных ионизовать вещество). После снижения темп-ры до  $T = 4000$  К электроны смогли присоединиться к ядрам элементов - наступила т. н. эпоха разделения вещества и излучения (не совсем точно, но короче её наз. эпохой

рекомбинации). Фотоны перестали активно взаимодействовать с веществом, начали распространяться свободно и наблюдаются сейчас в виде равновесного микроволнового фонового излучения (реликтового излучения).

Вероятно, уже на самых ранних стадиях эволюции Вселенной существовали незначительные отклонения от однородности и изотропии. В послерекомбинационную эпоху возмущения однородности и изотропии стали нарастать благодаря гравитационной неустойчивости. Полагают, что именно такие малые возмущения плотности вещества привели в конце концов к образованию наблюдаемой сейчас пространственной структуры в виде галактик и их скоплений.

Совр. Вселенная характеризуется высокой степенью однородности и изотропии лишь в больших масштабах, включающих много скоплений галактик, а в меньших масштабах, типичных для отдельных галактик и скоплений, - сильной неоднородностью и анизотропией. По этим причинам К. развивается в двух направлениях. Одно из них, исходя из принципов однородности и изотропии, описывает крупномасштабную структуру совр. Вселенной, её эволюцию и физ. процессы в ранней Вселенной. Второе направление учитывает сколь угодно большие отклонения от однородности и изотропии (его наз. также теорией анизотропной неоднородной Вселенной), оно плодотворно используется при описании развития и образования мелкомасштабной структуры Вселенной.

Теоретич. основой для описания эволюции вещества и гравитац. поля явл.: релятивистская (неквантовая) теория тяготения и квантовая теория вещества и излучения. Первая из них описывает механ. движение материи, вторая - процессы излучения и поглощения света, рождения и аннигиляции частиц и античастиц, ядерные реакции и т. п. Предположение об однородности и изотропии распределения первичной материи находит своё отражение в моделях однородной изотропной расширяющейся Вселенной. Их называют фридмановскими космологич. моделями, поскольку первые модели нестационарной Вселенной были предложены в 1922 г. советским учёным А. А. Фридманом на основе общей теории относительности (теории тяготения) А. Эйнштейна. В этих моделях расширение Вселенной начинается от состояния, характеризующегося бесконечной плотностью вещества (от сингулярности). Св-ва вещества в этом состоянии неизвестны. Существующие теории вещества и гравитац. поля применимы к веществу, плотность которого меньше  $\rho_{\text{Пл}} = \frac{c^5}{G^2 h} \sim 1093 \text{ г/см}^3$ , а темп-ра ниже  $T_{\text{Пл}} = \frac{1}{k} \sqrt{\frac{c^5 * h}{G}} \sim 1032 \text{ К}$ . Эти значения  $\rho$  и  $T$  носят название планковских. Они получены из фундаментальных физ. постоянных: скорости света  $c$ , гравитационной постоянной  $G$ , Планка постоянной  $h$  и Больцмана постоянной  $k$ . Согласно фридмановским космологич. моделям, значения  $T_{\text{Пл}}$  и  $\rho_{\text{Пл}}$  характерны для Вселенной, имеющей возраст  $t \sim t_{\text{Пл}} = \sqrt{Gh/c^5} \sim 1032 \text{ с}$ . В эту эпоху физ. условия таковы, что для их описания потребуется ещё не созданная квантовая теория тяготения.

## Наблюдательные основы современной космологии

**Мир галактик.** В хорошо исследованной области пространства, на расстояниях до 1500 Мпк, находится неск. миллиардов звёздных систем - галактик. Таким образом, наблюдаемая область Вселенной (её наз. также Метагалактикой) - это прежде всего мир галактик. Большинство галактик входит в состав групп и скоплений, содержащих десятки, сотни и тысячи членов. Наша Галактика принадлежит к Местной группе галактик, к-рая в свою очередь примыкает к скоплению галактик с центром в направлении созвездия Девы. Скопление галактик в Деве содержит более тысячи членов и имеет размер  $\gg 3$  Мпк, расстояние до него  $\gg 20$  Мпк. Месторасположение нашей Галактики таково, что распределение ближайших галактик выглядит анизотропным - с ярко выраженным превышением числа галактик в направлении Девы по сравнению с числом галактик, наблюдаемых в противоположном направлении. Однако эта анизотропия исчезает по мере перехода к подсчёту всё более слабых и, следовательно, всё более далёких галактик.

С целью выяснения закономерностей пространственного распределения галактик производились подсчёты числа галактик в разных направлениях на небесной сфере и до разной "глубины", т. е. до всё больших видимых звёздных величин. Согласно наблюдениям, для галактик слабее 14-й звёздной величины и вплоть до предельно слабых галактик, доступных совр. телескопам (ок.  $24^m$ ), свойственно однородное пространственное распределение. Во всяком случае в объёмах с характерным размером  $\sim 100$  Мпк, где содержится много скоплений галактик, ср. плотность  $\rho$  вещества ("размазанного" вещества галактик) практически совпадает со ср. значением  $\rho$  по всему обследованному пространству - объёму с радиусом в несколько тыс. Мпк ( $\gg 3 \cdot 10^{-31}$  г/см<sup>3</sup> с возможной погрешностью в неск. раз в ту или другую сторону).

Кроме вещества, образующего звёзды галактик, в Метагалактике есть др. виды вещества и излучения: нейтральный и ионизованный газ (прежде всего в скоплениях галактик, а также и между скоплениями), пыль, космич. лучи и слабые магн. поля, очень важным компонентом явл. т. п. реликтовое радиоизлучение. Вклад этих видов вещества и излучения в общую плотность энергии незначителен. Неизвестен вклад в плотность энергии тех видов материи, к-рые слабо взаимодействуют с обычным веществом и, следовательно, трудно поддаются обнаружению. Особенно важным было бы установление плотности энергии нейтрино (безмассовых или обладающих массой покоя), а также гравитац. волн. В межгалактич. пространстве могут присутствовать также другие, ещё не обнаруженные или даже пока неизвестные виды материи.

Однородность распределения всех видов материи в Метагалактике подтверждается подсчётами далёких радиоисточников (они равномерно заполняют пространство), малостью пекулярных (т. е. случайных, за вычетом систематических) скоростей галактик, не входящих в группы и скопления, изотропией рентг. фонового излучения, к-рое представляет собой излучение



множества дискретных источников. Наконец, наиболее убедительно свидетельствует о крупномасштабной однородности вещества и гравитац. поля высокая степень изотропии реликтового радиоизлучения.

Опираясь на экспериментально установленную однородность пространственного распределения скоплений галактик и др. видов вещества и излучения, К. рассматривает Метагалактику как сплошную среду, имеющую однородную плотность, по величине не меньшую, чем плотность "размазанного" вещества галактик. Такое представление о крупномасштабной структуре Вселенной пригодно, по крайней мере, в качестве первого приближения.

**Нестационарность Вселенной.** На нестационарность окружающего мира указывает эволюция звёзд и звёздных скоплений, процессы типа взрывов и истечения вещества из звёзд и ядер галактик. Нестационарность наблюдаемой части Вселенной проявляется в её расширении, что установлено по систематич. движению далёких галактик.

Спектр. линии в спектрах далёких галактик смещены по сравнению с положением тех же линий, полученных в лабораторных условиях на Земле, к красному концу спектра. Относительное изменение длины волны спектр. линии (т. н. красное смещение)

$$z = (l - l_0)/l_0, \quad (1)$$

где  $l_0$  - лабораторная длина волны,  $l$  - длина волны смещённой линии в спектре далёкой галактики. Значение  $z$  достигает 3,5 для далёких квазаров. Красное смещение спектр. линий объясняется Доплера эффектом, обусловленным движением источника света в направлении от наблюдателя. При скорости источника света  $v \ll c$  относительное изменение частоты  $z \approx v/c$ . Т. о., по измеренному  $z$  можно определить лучевую скорость удаления ("разбегания") галактик. Красное смещение, наблюдаемое в спектрах всех далёких галактик для всех направлений на небе, указывает, что галактики удаляются от нашей Галактики и друг от друга. Это движение явл. основным, общим. На него накладываются малые случайные (пекулярные) движения отдельных галактик.

Расширение (нестационарность) Метагалактики было надёжно установлено после того, как амер. астроном Э. Хаббл в 1929 г. вывел из данных наблюдений закон пропорциональности между величиной  $z$  и расстоянием до далёкой галактики  $r$  (см. Хаббла закон):

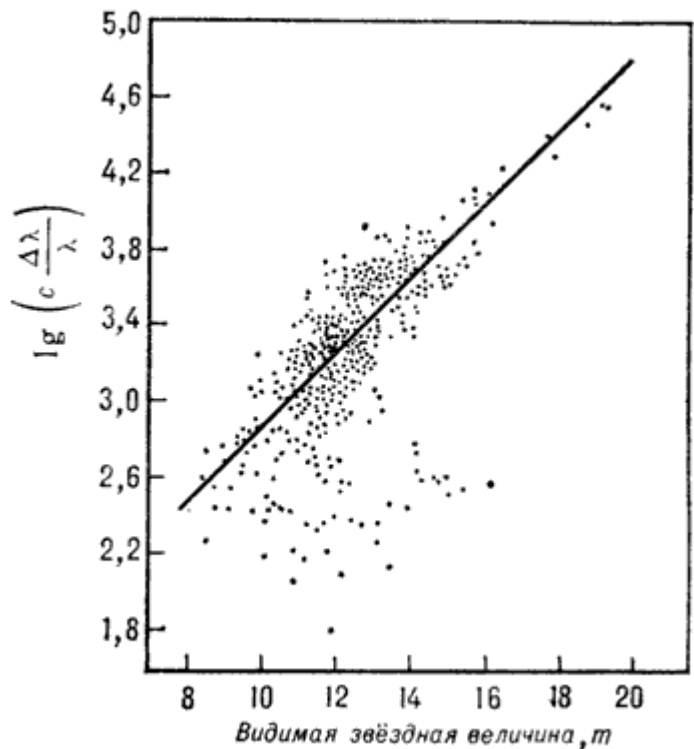
$$z = H r / c \quad (2)$$

Отсюда следует, что чем дальше расположена галактика, тем с большей радиальной (лучевой) скоростью она движется:

$$v = H r \quad (3)$$

Коэфф. пропорциональности  $H$  наз. постоянной Хаббла. Значение  $H$  не зависит от направления на небесной сфере и от расстояния до галактики. По совр. оценкам, величина  $H$  равна от 50 до 100 км/с на 1 Мпк. Обратная величина имеет размерность времени и равна  $t_H = 1/H \approx 10-20$  млрд. лет.

Закон (2) проверен для большого числа галактик, включая самые далёкие из наблюдаемых. Закон (3) более точно выполняется не для отдельных галактик, а для их скоплений, т. к. при этом усредняются случайные скорости отдельных галактик скопления. Дисперсия скоростей галактик в скоплении может достигать 1000 км/с, однако центры скоплений и групп галактик, а также индивидуальные галактики, не входящие в группы и скопления, подчиняются закону (3) с



точностью  $\gg 15\%$  (рис. 1). Случайные скорости, дополнительные к общему хаббловскому расширению, не превышают у них, вероятно, 50-100 км/с. Единственным обнаруженным пока систематич. движением, дополнительным к хаббловскому, явл. движение галактик Местной группы в направлении скопления галактик в Деве со скоростью  $(610 \pm 50)$  км/с.

Важным наблюдаемым фактом явл. отсутствие зависимости постоянной Хаббла  $H$  от угловых переменных и от  $r$ . Изотропия расширения, т. е. независимость наблюдаемой картины расширения от направления на небесной сфере, рассматриваемая сама по себе, означает сферич. симметрию с центром в точке наблюдения. Отсутствие зависимости  $H$  от  $r$  означает большее - одинаковость наблюдаемой картины в разных точках наблюдения, т. е. однородность Вселенной. Положение земного наблюдателя ничем не выделено. Наблюдатель может находиться на одной из удаляющихся галактик, и для него закон расширения также будет описываться ф-лой (3). Действительно, переход к движущейся системе координат с центром в точке А производится по ф-лам:  $r' = r - r_A$ ,  $v' = v - v_A$ . Относительно новой (штрихованной) системы координат закон (3) имеет вид  $v' = v - v_A = Hr - Hr_A = Hr'$ , т. е. прежний вид  $v = Hr'$ .

Отсутствие выделенных направлений на небесной сфере особенно надёжно подтверждается изотропией темп-ры реликтового радиоизлучения. Фотоны реликтового излучения, приходя к нам, покрывают расстояния, в неск. раз превышающие расстояния до далёких галактик, и при этом темп-ра

Рис. 1. Пропорциональность логарифма

удаления галактик  $\lg v = \lg (cD/l)$  их видимой звёздной величине  $m = M + 5 \lg r - 5$ , где  $M$  - абс. звёздная величина,  $r$  - расстояние до галактик,  $v$  и  $c$  в км/с (закон Хаббла).

излучения, определённая для разных направлений, оказывается одинаковой с точностью до десятой доли %.

Следует подчеркнуть, что смещение  $z$ , определяемое ф-лой (1), имеет физ. смысл при сколь угодно больших  $z$ , однако ему можно сопоставлять скорость удаления  $v$  и согласно равенству  $z = v/c$  только при малых  $v/c$  и  $z$ , т. е. когда можно пренебречь  $z^2$  по сравнению с  $z$ . При  $z \gg 1$  пользоваться ф-лой  $z = v/c$  нельзя. Напр., нек-рые из квазаров имеют  $z > 2$ . Разумеется, это не означает, что они удаляются от нас со скоростью  $> 2c$ . Согласно спец. теории относительности,  $z$  стремится к бесконечности при стремлении скорости источника к скорости света ( $v \rightarrow c$ ,  $l \rightarrow \Gamma$ ,  $z \rightarrow \Gamma$ ). При больших  $z$  сказывается также гравитац. смещение спектр. линий, обусловленное гравитац. полем вещества на пути следования света от источника к наблюдателю. Полное описание явления красного смещения даёт релятивистская К. (см. п. 5).

**Реликтовое радиоизлучение.** Микроволновое фоновое излучение Вселенной, которое называется также реликтовым излучением, было открыто в 1965 г. амер. астрономами А. Пензиасом и Р. Вильсоном. От излучения звёзд, галактик и др. астрономич. источников реликтовое излучение отличается двумя важнейшими св-вами: угловой изотропией, т. е. одинаковой интенсивностью от всех участков неба, и планковской (равновесной) формой спектра. Его темп-ра  $T \gg 3$  К. Для К. важен как сам факт существования фонового радиоизлучения, так и возможность исследования с его помощью физ. процессов во Вселенной и её структуры.

Спектр реликтового излучения хорошо изучен в диапазоне длин волн от 3 мм до 21 см. Интенсивность реликтового излучения в этом диапазоне не зависит от направления на небесной сфере с точностью до десятой доли % (угловая изотропия излучения). Данные об угловой изотропии несколько различаются в зависимости от рассматриваемого углового масштаба. В мелких масштабах (от 3 до 150') существуют лишь ограничения на возможную анизотропию в виде неравенства  $dT/T < 10^{-4}$  (где  $dT$  - отклонение темп-ры от равновесного значения  $T$ ). В масштабе  $\gg 30^\circ$   $dT/T < (3-5) \cdot 10^{-4}$ . Наконец, в больших угловых масштабах обнаружена слабая дипольная анизотропия на уровне  $dT/T \gg 10^{-3}$ . Это различие темп-р однозначно интерпретируется как результат движения Солнечной системы относительно фона реликтового излучения с  $v \gg 420$  км/с. Темп-ра реликтового излучения, идущего из области на небесной сфере, в направлении к-рой движется Солнце, несколько выше ср. значения, а из диаметрально противоположной области неба - несколько ниже. Обнаружены даже годовые вариации темп-ры, связанные с движением Земли вокруг Солнца.

Плотность энергии равновесного реликтового излучения составляет  $5 \cdot 10^{13}$  эрг/см<sup>3</sup>. Излучение с такими характеристиками не может быть излучением звёзд с термоядерными источниками энергии или множества дискретных источников (квазаров и др.), находящихся на космологич. расстояниях. В то же время интерпретация этого излучения как сохранившегося от предшествующей плотной и горячей стадии развития Метагалактики (по этой причине оно и было названо реликтовым) явл. совершенно естественной

и согласуется с др. экспериментальными и теоретич. сведениями. Планковский характер спектра фонового излучения согласуется с выводом о его реликтовом происхождении, поскольку в процессе расширения Вселенной излучение со спектром, первоначально соответствовавшим закону Планка, остаётся планковским, уменьшается лишь его темп-ра. Если  $R(t)$  характеризует размер к.-л. большого расширяющегося объёма в Метагалактике, то плотность энергии излучения падает с расширением пропорционально  $R^{-4}$ , поскольку уменьшается ср. концентрация фотонов ( $\sim R^{-3}$ ) и энергия (частота) каждого из них ( $\sim R^{-1}$ ). Темп-ра излучения убывает, следовательно, как

$$T \sim R^{-1} \quad (4)$$

На ранних стадиях расширения Вселенной, в эпоху высоких темп-р, не существовало нейтральных атомов и молекул, т. к. энергия фотонов и теплового движения частиц превышала энергию связи атомов и молекул. По этой причине вещество в целом находилось в состоянии плазмы, и равновесный спектр реликтового излучения сформировался благодаря взаимодействию излучения с плазмой. Когда темп-ра плазмы и излучения снизилась до 4000 К, фотоны реликтового излучения уже не могли ионизовать атомы. Электроны присоединились к ядрам атомов, и вещество в массе своей стало нейтральным. С этого периода, к-рый соответствует  $z = z_r \gg 1400-1500$ , фотоны реликтового излучения распространяются практически свободно. Огромная величина свободного пробега фотонов реликтового излучения (миллиарды световых лет от акта их последнего рассеяния) явл. причиной, по к-рой оно стало эффективным средством исследования крупномасштабной структуры Вселенной.

#### **Химический состав вещества и возраст Метагалактики.**

Разнообразные методы исследования (спектральный анализ Солнца, звёзд и межзвёздной среды, изучение состава первичных космических лучей, хим. анализ метеоритов и др.) позволяют оценить космич. распространённость хим. элементов. Наиболее распространён простейший элемент - водород. Если распространённость водорода (H) принять за единицу, то относительное содержание атомов гелия ( ${}^4\text{He}$ ) составляет  $\sim 10^{-1}$ , дейтерия (изотопа водорода)  ${}^2\text{D} \sim 10^{-5}$ . Распространённость др. элементов ещё ниже (см. Распространённость элементов). Часто распространённость элементов описывают не числом атомов, а их долей в общей массе космич. вещества. Тогда, согласно наблюдениям, примерно 75% массы приходится на водород и ок. 25% - на гелий. Вклад др. элементов существенно меньше. По совр. представлениям, элементы от  ${}^{12}\text{C}$  до  ${}^{56}\text{Fe}$  образуются в недрах звёзд на спокойной стадии их эволюции как продукт термоядерных реакций, а более тяжелые элементы - во взрывных процессах типа вспышек сверхновых. Благодаря вспышкам (взрывам) элементы попадают в межзвёздный газ.

Гелий и дейтерий также образуются и сгорают при термоядерных реакциях в звёздах, однако их фактич. распространённость свидетельствует о том, что в основном они имеют космологическое, дозвёздное происхождение. Наблюдаемая распространённость  ${}^4\text{He}$  слишком высока,

чтобы её можно было объяснить только реакциями синтеза в звёздах. Если предположить, что термоядерная реакция превращения водорода в гелий явл. единственным источником светимости звёзд нашей Галактики, то за время  $\sim 10^{10}$  лет гелия образовалось бы примерно в 15 раз меньше, чем фактически наблюдается. Кроме того, звёздный гелий не выбрасывается в окружающее пространство, т. к. на стадии образования гелия звёзды не взрываются. Прямые наблюдения гелия (особенно первичного, не являющегося продуктом нуклеосинтеза в звёздах) весьма трудны, однако знаменательно, что разнообразные астрофизич. методы приводят к примерно одинаковому значению относительного содержания гелия, близкому к 25% по массе. Следовательно, большая часть гелия имеет космологич. природу. Что касается дейтерия, то в различных ядерных реакциях ему легче сгореть, чем образоваться. Поэтому наблюдаемая распространённость дейтерия есть, скорее всего, нижний предел его первичного (дозвёздного) содержания. С задачей объяснения распространённости гелия и дейтерия успешно справляется теория ядерного нуклеосинтеза в ранней горячей Вселенной.

Среди множества элементов в земных породах и космич. веществе есть различные радиоактивные элементы, способные к самопроизвольному распаду. Естественно предположить, что радиоактивные элементы начали возникать вместе с образованием звёзд Галактики в процессах звёздного нуклеосинтеза. Учитывая как скорость образования таких элементов, так и скорость их распада, по совр. относительному содержанию элементов удаётся оценить возраст Галактики. По данным о радиоактивном распаде элементов он составляет  $\approx (11-13) \cdot 10^9$  лет. К таким же величинам приводят оценки возраста звёзд на основе теории звёздной эволюции с начальным содержанием гелия  $\approx 25\%$  и водорода  $\approx 75\%$ , а также оценки возраста звёздных шаровых скоплений. Напомним, что характерное "хаббловское" время  $t_H \sim (10-20) \cdot 10^9$  лет.

Т. о., из всей совокупности данных - расширения Метагалактики, существования реликтового излучения с планковским спектром, определений возраста различных астрономич. систем - с большой достоверностью следует, что 10-20 млрд. лет назад во Вселенной начались важнейшие процессы, развитие к-рых привело к появлению наблюдаемой ныне структуры Вселенной. Более детальное описание этих процессов и эволюции Вселенной - задача физ. К., учитывающей влияние сил тяготения на динамику вещества.

### **3. Усреднённое распределение материи. Законы движения и физические свойства**

**Ньютонианские космологические модели.** Свойства однородности и изотропии, к-рыми обладает совр. Вселенная в больших масштабах, позволяют рассмотреть ограниченную сферически-симметричную область, заполненную веществом, в качестве "типичной" и применить для её описания законы нерелятивистской механики и законы тяготения Ньютона.

Для вывода ур-ний, описывающих однородную изотропную и нестационарную систему тяготеющих тел (космологич. модель),

предположим, что в начальный момент времени вещество распределено однородно в объёме сферич. формы. Пусть радиальные скорости частиц подчиняются соотношению  $v = Hr$ , где  $H > 0$ , т. е. вещество расширяется. Величина  $H$  не зависит от пространственных координат и должна убывать с течением времени. Действительно, даже при движении по инерции, т. е. без учёта тормозящего действия гравитации, когда скорость частицы  $v$  остаётся постоянной вдоль траектории,  $r$  увеличивается со временем  $t$ , и, следовательно,  $H$  убывает обратно пропорционально  $t$ . Влияние гравитации понижает скорость расширения, т. к. взаимное притяжение частиц вещества внутри рассматриваемой сферы тормозит расширение. Поэтому зависимость  $H$  от  $t$  сложнее (она будет получена ниже).

Если в начальный момент времени положение к.-л. частицы характеризовалось значением  $r_0$ , то в дальнейшем оно изменяется по закону  $r(t) = r_0 R(t)$ . Поскольку  $v = dr/dt = H(t) r$ , то  $H(t) = (1/R) \cdot dR/dt$ . Для определения зависимостей  $R(t)$  и  $H(t)$  в явном виде можно использовать законы сохранения массы и полной (механической) энергии для рассматриваемого объёма. При расширении вещества плотность  $\rho$  со временем падает, но масса шара  $\mathcal{M}$ , остаётся неизменной:

$$\mathcal{M} = \rho \cdot (4/3) \pi r^3 = \text{const} \quad (5)$$

Это ур-ние можно записать также в виде

$$\rho R^3 = \text{const} \quad (6)$$

У элемента объёма единичной массы, в частности у элемента, находящегося на границе шара, как у тела, летящего вверх в поле тяжести Земли, кинетич. энергия уменьшается, а потенциальная энергия увеличивается. Сумма же их - полная энергия  $e$  - остаётся постоянной:

$$e = \frac{1}{2} \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 - \frac{GM}{r} = \text{const} \quad (7)$$

(потенциальная энергия отрицательна). Константу в ур-нии (7) можно записать в виде:  $-k r_0^2 c^2/2$ , где  $k$  - постоянная, характеризующая полную (механическую) энергию элемента объёма единичной массы. Используя (5), ур-ние (7) можно переписать в виде:

$$\frac{3kr^2}{8\pi GR^2} = \rho - \frac{3H^2}{8\pi G} = \rho - \frac{3}{8\pi G} \left( \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dt} \right)^2 \quad (8)$$

Ур-ния (6), (8) с условием  $R = 1$  при  $t = t_0$  и при известных  $r_0 = r(t_0)$  и  $H_0 = \left( \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dt} \right) / t_0$  полностью определяют  $R(t)$  и, следовательно, все динамич. св-ва модели.

В ур-ния (6) и (8) размер шара (макс. величина из всех начальных значений  $r_0$  не входит. Это означает, что ур-ния остаются одинаковыми как для сколь угодно малого шара, так и для сколь угодно большого. Поэтому можно предположить, что они имеют место и для бесконечного пространства, равномерно заполненного веществом.

Качественно эволюцию модели можно рассматривать и не интегрируя систему ур-ний (6) и (8). Характер движения любого элемента объёма зависит от его полной энергии. Если  $k < 0$ , то полная энергия положительна (кинетич. энергия больше потенциальной) и выделенный элемент всё время

будет удаляться от центра симметрии. Следовательно, при  $k < 0$  вещество будет расширяться неограниченно. Если  $k > 0$ , то полная энергия отрицательна и расширение вещества через нек-рое время затормозится и сменится сжатием. Случай  $k = 0$  явл. промежуточным: расширение будет неограниченным, но скорость каждой частицы асимптотически стремится к нулю при  $t \rightarrow \infty$ .

Согласно ур-нию (8), знак  $k$  и, следовательно, характер движения материи определяются знаком разности  $r - r_c$ , где  $r_c = 3H^2/8\rho G$ . Величину  $r_c$  называют критическим значением плотности. Если  $r > r_c$ , то расширение через нек-рое время прекратится и сменится сжатием; при  $r \leq r_c$  расширение будет продолжаться неограниченно долго. Величина  $r_c$ , так же как и  $r$ , меняется в ходе расширения, однако знак разности  $r - r_c$  остаётся неизменным.

Интегрируя систему ур-ний (6), (8), можно найти зависимость  $R$  от  $t$ . В простейшем случае ( $k = 0$ ) из ур-ний (6) и (8) следует:

$$R(t) = (6\rho G r_0)^{1/3} t^{2/3}, \quad r(t) = \frac{1}{6\pi G t^2},$$

$$H(t) = \frac{2}{3t},$$

причём начало отсчёта времени выбрано так, чтобы  $R = 0$  при  $t = 0$ . Возможные типы поведения  $R(t)$  при разных  $k$  приведены на рис. 2.

Выше были использованы законы классич. механики и ньютоновской гравитации. Они содержатся в качестве предельного случая в ур-ниях спец. и общей теории относительности. Поэтому следует ожидать (и это действительно имеет место), что классич. описание поведения вещества в не слишком большой области пространства и на не слишком большом интервале эволюции будет совпадать с релятивистским. Более того, в силу однородности космологич. модели такая область может быть выбрана в любом месте бесконечного пространства. Следовательно, классич. физика применима к огромному кругу явлений, рассматриваемых К. Однако законы классич. физики не дают возможности описать св-ва космологич. модели на предельно больших расстояниях, к-рыми, собственно, и интересуется К. Для этих целей необходима релятивистская теория тяготения.

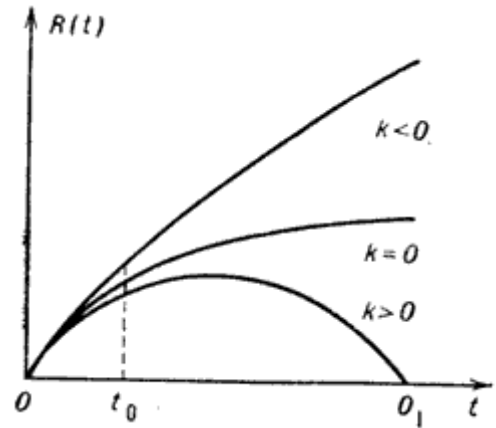


Рис. 2. Изменение во времени относительного расстояния между телами (масштабного фактора)  $R$  для модели однородной изотропной Вселенной:  $k < 0$  ( $r < r_c$ ) - случай неограниченного (гиперболического) расширения;  $k = 0$  ( $r = r_c$ ) - случай неограниченного (параболического) расширения, но скорость расширения постепенно уменьшается;  $k > 0$  ( $r > r_c$ ) - случай ограниченного расширения, расширение сменяется сжатием; на кривой имеются две особые точки (сингулярности)  $O$  и  $O_1$ ;  $t_0$  - современная эпоха.

**Релятивистская теория тяготения и космологические решения Фрийдмана.** Нерелятивистская физика рассматривает пространство и время как "арену", на которой разыгрываются физ. процессы; она не связывает воедино пространство и время. Специальная (частная) теория относительности объединила пространство и время в единый четырёхмерный мир - "пространство-время". Следующий шаг был сделан в релятивистской теории тяготения Эйнштейна - общей теории относительности (ОТО). Согласно ОТО, распределение и движение материи изменяют геометрич. св-ва пространства-времени и, с другой стороны, сами зависят от них.

Важной геометрич. характеристикой пространства явл. его кривизна. Так, сфера представляет собой двухмерное пространство (поверхность) с пост. положительной кривизной.

Трёхмерные и четырёхмерные искривлённые пространства также характеризуются набором величин, описывающих кривизну, причём в разных точках и по разным (двухмерным) направлениям она, вообще говоря, различна и может иметь любой знак. Согласно теории Эйнштейна, гравитац. поле проявляется как искривление пространства-времени. Чем значительнее кривизна пространства-времени, тем сильнее гравитац. поле.

Ур-ния гравитац. поля в ОТО представляют собой систему десяти ур-ний. Они связывают величины, к-рые характеризуют геометрич. св-ва пространства-времени, с величинами, описывающими распределение и движение материи. Геометрические св-ва определяются десятью компонентами метрич. тензора (гравитац. "потенциалами") и их производными до 2-го порядка. В число величин, описывающих состояние материи, входят: плотность массы (одна величина), её импульс, или поток массы (3 величины), и поток импульса, или натяжения (6 величин). Т. о., в отличие от теории тяготения Ньютона, в к-рой есть один потенциал гравитац. поля, зависящий от единственной величины - плотности массы, в теории Эйнштейна гравитац. поле описывается десятью "потенциалами" и может создаваться не только плотностью массы, но также потоком массы и потоком импульса. Релятивистская К. вслед за релятивистской теорией тяготения отказывается от нек-рых понятий классич. физики и вводит новые, свои. Так, утрачивает смысл понятие существующей всегда и повсеместно инерциальной системы отсчёта, относительно к-рой описывают гравитац. поле и движение вещества в нерелятивистской (ньютонианской) К. Вместе с тем вводится понятие кривизны пространства-времени и понятие локально-инерциальной системы отсчёта. В локально-инерциальной системе отсчёта наиболее ясно проявляется тот факт, что в малых областях искривлённое пространство-время мало отличается от плоского пространства-времени, где справедливы законы спец. теории относительности.

Первую космологич. модель попытался построить Эйнштейн на основе своих ур-ний. Он исходил из предположений об однородности и изотропии, наряду с предположением о неизменности св-в космологич. модели во времени. Статичность модели достигалась за счёт введения в ур-ния Эйнштейна т. н. космологич. члена (L-члена), характеризующего действие



гипотетич. сил отталкивания, способных противостоять силам тяготения. А. А. Фридман показал в 1922 г., что статический мир Эйнштейна явл. лишь частным решением гравитац. ур-ний для однородных и изотропных моделей, а в общем случае решения зависят от времени. Более того, если не вводить  $L$ -члена, то решения обязаны быть зависящими от времени. Поскольку эти решения описывают усредненное распределение вещества в Метагалактике, то отсюда следует вывод о ее нестационарности. В отсутствие градиентов давления и любых др. сил, противостоящих тяготению, статичность системы невозможна. Её поведение определяется силами притяжения и начальными условиями. Начальные условия могут быть заданы так, что начальное расширение будет либо продолжаться неограниченно долго, либо сменится в конце концов сжатием. Нестационарные решения ур-ний Эйнштейна, основанные на постулатах однородности и изотропии, наз. фридмановскими решениями или фридмановскими космологич. моделями.

При выводе соответствующих ур-ний наблюдаемое распределение галактик и межгалактич. вещества заменяют идеализированной сплошной средой с плотностью  $\rho$  и давлением  $p$ . Связь между  $\rho$  и  $p$  устанавливается ур-нием состояния, к-рое на отдельных участках изменения  $\rho$  и  $p$  принимают в виде  $p = a\rho^2$ , где  $a = \text{const}$ . Напр., для пылевидного вещества  $p = 0$  ( $a = 0$ ), для излучения  $p = \frac{1}{3}\rho c^2$  ( $a = \frac{1}{3}$ ). Для удобства анализа протекающих процессов выбирают т. н. сопутствующую систему координат, т. е. систему координат, к-рая сама деформируется, а вещество относительно неё не движется. В сопутствующей системе координат все "потенциалы" гравитац. поля (компоненты метрич. тензора) определяются через единственную неизвестную ф-цию  $R(t)$ , к-рая играет роль общего масштабного фактора. Она указывает закон, по к-рому меняется со временем расстояние между точками, имеющими пост. значения сопутствующих координат. Элементы среды имеют неизменную разность сопутствующих координат и разделены постоянным интервалом  $dl$ , а физ. расстояние  $dL(t)$  между этими элементами среды изменяется со временем по закону  $dL(t) = R(t)dl$ . Кривизна трёхмерного пространства также определяется ф-цией  $R(t)$ . Кривизна при нек-ром  $t = t^*$  равна  $k/R^2(t^*)$ , где значениям  $k = +1, 0, -1$  соответствует положительная, нулевая и отрицательная кривизна. При  $k = +1$  объём трёхмерного пространства конечен и в каждый момент времени выражается ф-лой  $V = 2\pi^2[R(t)]^3$ .

В релятивистской К. изменение  $z$  частоты света, испущенного в момент времени  $t$  с частотой  $\nu$  и принятого в момент времени  $t_0$  с частотой  $\nu_0$ , выражается ф-лой:

$$z = \frac{\nu - \nu_0}{\nu_0} = \frac{R(t_0)}{R(t)} - 1 \quad (9)$$

Для описания эволюции космологич. модели необходимо знать ф-цию  $R(t)$ . Она определяется ур-ниями Эйнштейна. Если считать  $L = 0$ , то ур-ния Эйнштейна можно привести к двум независимым ур-ниям:

$$\begin{aligned} \dot{R}^2 &= \frac{8\pi G}{3} \rho R^2 - \frac{2R^2}{3} + \frac{2\Lambda R^2}{3} & (10) \\ \frac{2\dot{R}}{R} &= -\frac{8\pi G}{3} \rho R - \frac{2}{3} + \frac{2\Lambda}{3} \end{aligned}$$

Их следствием явл. ур-ние

$$\frac{d^2 R}{dt^2} = -\frac{4\pi G}{3} R \rho (1 + 3\alpha) \quad (12)$$

явно указывающее на роль давления в создании гравитац. поля ( $p = \text{arc}^2$ ).

В этих ур-ниях "постоянная" Хаббла  $H(t)$  определена как

$$H(t) = \frac{1}{R} * \frac{dR}{dt} \quad (13)$$

Именно эта величина входит в закон красных смещений, аналогичный (2) (см. ниже).

Удобно ввести параметр  $W = r/r_c$ . При известном значении а ф-ция  $R(t)$  полностью определяется значениями величин  $W$  и  $H$  в к.-л. момент времени. В настоящее время наблюдается расширение Вселенной. Характер дальнейшей эволюции зависит от величины  $W$ . Если  $W \ll 1$ , то расширение будет продолжаться неограниченно долго, если  $W > 1$ , то оно сменится сжатием. Величина  $W$  определяет также, согласно (11), знак  $k$ , т. е. знак кривизны пространства сопутствующей системы отсчёта. Для совр. эпохи  $r_c \gg 5 \cdot 10^{-30} \text{ г/см}^3$  при  $H = 50 \text{ км/(сМпк)}$ . Из подсчётов числа галактик (а также по данным о распространённости дейтерия) следует, что  $r < r_c$  и  $W \gg 0,03-0,06$ . Это значение соответствует открытому миру ( $k = -1$ ) и неограниченному расширению Метагалактики. Однако во Вселенной могут присутствовать не обнаруженные ещё виды материи, дающие свой вклад в плотность  $r$ . На основании всех имеющихся сейчас наблюдательных и теоретич. сведений полагают, что  $W_0$  весьма близок к 1, так что  $k \gg 0$ .

В случае  $\alpha = 0$ , т. е.  $p = 0$ , релятивистские ур-ния (10) и (11) совпадают по форме с нерелятивистскими (6) и (8). Следует помнить, что интерпретация входящих туда величин и соотношений, вытекающих из этих ур-ний, совпадает с нерелятивистской лишь для не слишком протяжённых областей и промежутков времени. Однако К. интересуется именно случаем максимально больших расстояний и промежутков времени. Т. о., совр. К. по необходимости явл. релятивистской.

В частности, ф-ла (2) для связи расстояния и красного смещения оказывается лишь линейным по  $z$  членом разложения точной ф-лы (9). При малых  $z$  под величиной  $r$  в (2) можно понимать обычное расстояние в евклидовом пространстве. При измерениях внегалактич. расстояний чаще всего используют связь между истинной светимостью объекта  $I$  и видимым потоком излучения  $i$  либо связь между его истинным диаметром  $D$  и видимым угловым диаметром  $J$ . В соответствии с этим существуют понятия фотометрического расстояния  $r_\Phi = (I/4\pi i)^{1/2}$  и расстояния по угловому диаметру  $r_y = D/J$ , причём  $r_\Phi = (1+z)^2 r_y$ . В евклидовом пространстве и для неподвижного источника  $r = r_\Phi = r_y$ . В релятивистской К. эти равенства выполняются приближённо, тем точнее, чем меньше  $z$ . Пользуясь, напр., фотометрич. расстоянием, можно вывести связь  $r_\Phi$  с  $z$ , доступную проверке в наблюдениях далёких галактик и, с др. стороны, позволяющую судить о параметрах космологич. модели.

С учётом квадратичных по  $z$  членов вместо закона (2) из (9) получают приближённую ф-лу

$$r_{\Phi} = \frac{1}{H} [cz + \frac{1}{2c}(1-q)(cz)^2 + \dots],$$

где  $q = \frac{1}{2} W (1 + 3a)$  - т. н. параметр замедления, определяющий скорость торможения расширяющейся Вселенной в рассматриваемой модели.

К сожалению, имеющихся наблюдательных данных недостаточно для получения точной зависимости  $r_{\Phi}(z)$  и надёжного определения величины  $W$ . Хотя в совр. эпоху  $a$  мало и им можно пренебречь, главная неопределённость связана с тем, что расстояние  $r_{\Phi}$  определяют по видимым светимостям объектов в предположении, что их истинные светимости известны. Однако для далёких объектов, наблюдаемых на ранней фазе их развития, существенным явл. неизвестный фактор эволюции - зависимость светимости от времени. Т. о., определение параметра  $W$  из наблюдений зависит от неизвестного фактора эволюции.

В релятивистской К. эволюция модели определяется не только плотностью  $\rho$ , но и давлением  $p$ , т. к. давление (поток импульса материи), согласно ОТО, "весит" - обладает способностью создавать гравитац. поле [см. ур-ние (12)]. В прошлом, когда вклад реликтового излучения в полную плотность материи был доминирующим, давление определялось излучением:  $p = \frac{1}{3}\rho c^2$ . Конечно, положительное давление не могло вызвать наблюдаемого расширения Метагалактики, поскольку оно, в силу своего гравитац. воздействия, не ускоряет расширение, а, наоборот, замедляет его. Качественно зависимость  $R(t)$  при  $p > 0$  имеет тот же характер, что и при  $p = 0$  (рис. 2). Следует отметить, что сейчас обсуждаются теоретич. модели, согласно к-рым состояние материи в очень далёком прошлом соответствовало значению  $p < 0$ , и тогда характер эволюции  $R(t)$  существенно меняется.

Вероятно, самым значит. св-вом однородных изотропных моделей явл. ограниченность их эволюции во времени и наличие особых (сингулярных) состояний, в к-рых  $R(t)$  обращается в нуль, а плотность материи - в бесконечность. Одно время считали, что наличие сингулярностей явл. следствием упрощающих задачу предположений об однородности и изотропии Вселенной. Однако теоретич. исследования ур-ний Эйнштейна, проведённые в последние два десятилетия, указывают на то, что сингулярности явл. общим св-вом решений этих ур-ний при выполнении нек-рых дополнительных предположений о св-вах материи. Конечно, вблизи сингулярности решения классич. ур-ний неприменимы, там должны проявляться квантовые св-ва гравитац. поля.

Ограниченность эволюции во времени приводит к понятию возраста Вселенной. В простейшей модели с  $k = 0$ ,  $p = 0$  из ур-ний (10) и (11) с учётом (13) следует:  $t_0 = \frac{2}{3} H_0^{-1}$ , т. е. от сингулярности до совр. эпохи прошло время  $t_0 \gg 13 \cdot 10^9$  лет.

Конечность времени, протекшего с момента сингулярности, приводит к существованию т. н. космологического горизонта (или, просто, горизонта) во Вселенной. Действительно, любые сигналы, распространяющиеся с предельной скоростью, равной скорости света, успевают прийти к наблюдателю к моменту  $t_0$  с конечного расстояния. Макс. расстояние (расстояние до горизонта) определяется тем, что сигнал был испущен при  $t = 0$  (рис. 3). При этом смещение частоты сигнала, испущенного при  $t = 0$  и принятого в момент  $t_0$ , согласно ф-ле (9), обращается в бесконечность ( $v_0 \rightarrow 0$ ,  $z \rightarrow \infty$ ). Наряду с возрастом  $t_0$  теория рассматривает характерный размер, по порядку величины совпадающий с  $ct_0$ , к-рый определяет область пространства, принципиально доступную наблюдениям к моменту времени  $t_0$ . С течением времени эта область, очевидно, увеличивается. Космологический горизонт указывает, т. о., масштаб, к-рый надо иметь в виду, говоря о крупномасштабной структуре Вселенной. В настоящее время  $ct_0 \gg c/H_0 \gg 6000 \text{ Мпк} \gg 2 \cdot 10^{28} \text{ см}$  [при  $H_0 = 50 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$ ]. Совр. астрономич. наблюдения, если сюда включать и наблюдения реликтового радиоизлучения, распространяющегося свободно с эпохи  $z = z_r$ , охватывают значительно больше половины всего доступного (в принципе) для наблюдений объёма пространства.

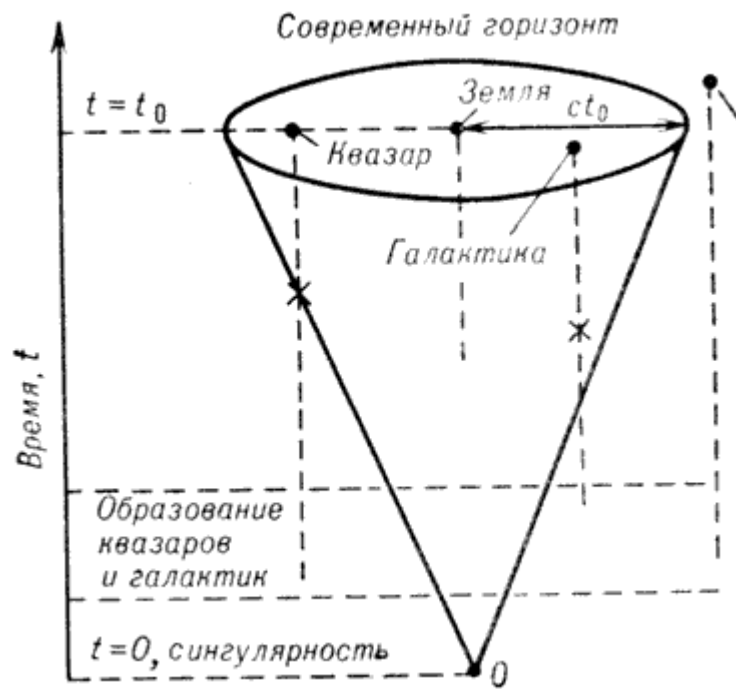


Рис. 3. Изменение расстояния до горизонта во Вселенной со временем.

При этом смещение частоты сигнала, испущенного при  $t = 0$  и принятого в момент  $t_0$ , согласно ф-ле (9), обращается в бесконечность ( $v_0 \rightarrow 0$ ,  $z \rightarrow \infty$ ). Наряду с возрастом  $t_0$  теория рассматривает характерный размер, по порядку величины совпадающий с  $ct_0$ , к-рый определяет область пространства, принципиально доступную наблюдениям к моменту времени  $t_0$ . С течением времени эта область, очевидно, увеличивается. Космологический горизонт указывает, т. о., масштаб, к-рый надо иметь в виду, говоря о крупномасштабной структуре Вселенной. В настоящее время  $ct_0 \gg c/H_0 \gg 6000 \text{ Мпк} \gg 2 \cdot 10^{28} \text{ см}$  [при  $H_0 = 50 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$ ]. Совр. астрономич. наблюдения, если сюда включать и наблюдения реликтового радиоизлучения, распространяющегося свободно с эпохи  $z = z_r$ , охватывают значительно больше половины всего доступного (в принципе) для наблюдений объёма пространства.

**Физические процессы в горячей Вселенной.** Фридмановские космологич. модели явл. основой для расчёта физ. процессов, протекавших на различных стадиях эволюции Вселенной. Совр. плотность энергии реликтового излучения такова, что в  $1 \text{ см}^3$  присутствует примерно 500 фотонов со ср. энергией  $\sim 10^{-15}$  эрг. Ср. плотность обычного вещества  $\rho \gg 3 \cdot 10^{-31} \text{ г}/\text{см}^3$  определяется барионами (гл. обр. протонами и нейтронами) с массой ок. 10-24 г. Часть протонов представляет собой ядра водорода, остальные протоны связаны с нейтронами в ядрах  ${}^4\text{He}$  и др. элементов, свободных нейтронов нет. Т. о., на каждый барион приходится  $\sim 10^9$  фотонов. Отношение числа фотонов  $n_\gamma$  к числу барионов  $n_b$  в ед. объёма явл. важным безразмерным параметром:  $s \gg n_\gamma / n_b \gg 10^9$ . Большое значение величины  $s$  позволяет называть Вселенную горячей. Сейчас плотность энергии излучения в ней мала, а темп-ра реликтового излучения низка, но в прошлом

(на ранних стадиях расширения при  $T > 10^4\text{K}$ ) плотность энергии излучения была доминирующей. В таких условиях зависимость  $T(t)$  [как вытекает из ур-ний (10) и (11) при  $a = 1/3$ , см также (4)] определяется ф-лой

$$T = \frac{10^{10}}{\sqrt{t}}$$

( $T$  - в Кельвинах,  $t$  - в секундах).

В горячей Вселенной при малых  $t$  существовала эпоха столь высоких темп-р, что энергии тепловых фотонов было достаточно для рождения пар всех известных частиц и античастиц.

Частицы к.-л. сорта, обладающие массой покоя, рождаются и исчезают, если энергия фотонов превышает энергию покоя данного сорта частиц. Между различными сортами частиц для каждого значения темп-ры существует своё равновесное соотношение. Это соотношение, если его не было, устанавливается не сразу. Время, требуемое для установления равновесия, вообще говоря, тем меньше, чем выше температура и плотность среды. По мере расширения Вселенной температура снижается и условия протекания реакций рождения и аннигиляции пар частиц изменяются. Если интервал температур, при которых протекали реакции определённого типа, Вселенная проходила за небольшой промежуток времени, то равновесие поддерживалось только при условии, что время протекания реакции было меньше характерного времени расширения. В противном случае данный сорт частиц, обладающих массой покоя, выходит из равновесия. После этого нек-рое число пар таких частиц аннигилирует, а те из оставшихся частиц, к-рые явл. нестабильными, способными к самопроизвольному распаду, распадаются с течением времени по экспоненциальному закону. В зависимости от темп-ры и сортов частиц, находящихся при данной температуре в равновесии с излучением, выделяют

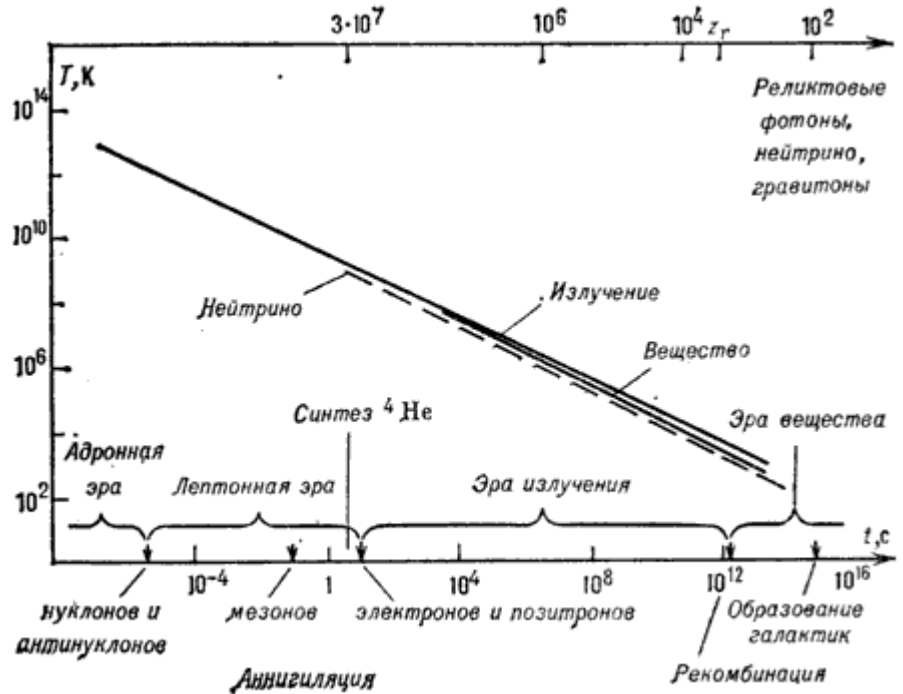


Рис. 4. Эволюция вещества и излучения в модели горячей Вселенной.

По нижней горизонтальной оси отложено время с момента сингулярности, по верхней-соответствующие значения красного смещения  $z$ , по вертикальной оси - температура.

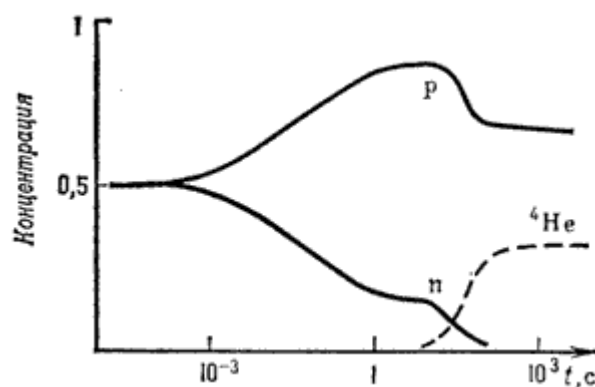
определённые эпохи (эры) в эволюции Вселенной (рис. 4): адронная, лептонная и др..

При  $T \sim 10^{13} \text{К}$  протекают реакции" рождения и уничтожения пар нуклонов (протонов, нейтронов) и антинуклонов, мезонов, электронов и позитронов, нейтрино и антинейтрино, а также др. устойчивых и неустойчивых частиц.

При столь высоких темп-рах несколько иначе определяется параметр  $s$ : в ф-ле  $s \gg n_g/n_b$ , следует заменить  $n_b$  на разность чисел барионов и антибарионов. Однако во всех процессах, протекающих на этой и более поздних стадиях эволюции, разность чисел барионов и антибарионов (барионный заряд) сохраняется, поэтому и в те времена значение  $s$  составляло  $\sim 10^9$ . По мере понижения темп-ры примерно до  $5 \cdot 10^{12} \text{К}$  прекращается реакция рождения фотонами нуклон-антинуклонных пар, и, следовательно, они выходят из равновесия. Нуклоны и антинуклоны в основном аннигилируют, остаются только избыточные нуклоны, для к-рых не хватило античастиц. Число избыточных нуклонов составляет ничтожную часть ( $\sim 10^{-9}$ ) общего количества нуклонов и антинуклонов эпохи их равновесия. Именно эти избыточные нуклоны образуют основу вещества совр. Вселенной. Если бы не было этого небольшого числа избыточных нуклонов, то мир был бы сейчас практически "пустым".

При  $T \gg 2 \cdot 10^{10} \text{К}$  электронные нейтрино перестают эффективно взаимодействовать с частицами. Поскольку нейтрино стабильны и очень слабо взаимодействуют с веществом, мир для них оказывается практически прозрачным и плотность их энергии уменьшается только из-за расширения Вселенной. К настоящему времени темп-ра космологич. нейтринного газа (реликтовых нейтрино) должна быть ок.  $2 \text{К}$ , а его плотность - число нейтрино в  $1 \text{ см}^3 - N \nu_e \gg 450$  (учитываются электронные  $\nu_e$ , мюонные  $\nu_\mu$  и тау-нейтрино  $\nu_\tau$  и антинейтрино). Пока ещё не разработаны методы обнаружения космологич. нейтрино.

Согласно новейших у нейтрино, имеется масса  $5 \cdot 10^{-32} \text{ г}$ . Если подтвердятся, означать, что становятся



данным экспериментов, возможно, покоя ( $m_\nu \gg$  эти данные то это будет нейтрино

Рис. 5. Изменение со временем соотношения между количеством протонов  $p$  и нейтронов  $n$  и образование  ${}^4\text{He}$ , заканчивающееся через  $t \gg 100\text{-}200 \text{ с}$  после начала расширения.

нерелятивистскими незадолго до эпохи рекомбинации, а их нынешняя плотность массы может в десятки раз превосходить плотность непосредственно наблюдаемого вещества и даже достигать критич. значения  $\rho_c$ , т. е. вклад нейтрино в ср. плотность вещества Вселенной может составить  $\sim m_\nu N_\nu \bar{v} \gg 2 \cdot 10^{-29} \text{ г/см}^3$ .

Соотношение между числом протонов и нейтронов в ранней Вселенной определяется разностью их масс  $\Delta m = m_n - m_p > 0$  ( $\Delta mc^2 = 1,3 \text{ МэВ}$ ) и темп-рой. Вначале их было примерно поровну за счёт быстрого превращения нейтронов в протоны и обратно по реакциям  $e^+ + n \rightleftharpoons p + \bar{\nu}_e$  и  $\nu_e + p \rightleftharpoons n + e^+$ . Затем число нейтронов снижается в соответствии с ф-лой, определяющей равновесие между нейтронами и протонами в зависимости от темп-ры (а следовательно, и времени с начала расширения):  $n_n/n_p \sim \exp(-\Delta mc^2/kT)$ . К моменту  $T \gg 5 \cdot 10^9 \text{ К}$  отношение  $n_n/n_p$  стабилизируется на уровне  $\gg 0,2$ . При снижении  $T$  до  $(1-2) \cdot 10^9 \text{ К}$  начинается период активного ядерного синтеза, длящийся неск. секунд ( $t \gg 1-3 \text{ с}$ ). Выжившие нейтроны и равное им количество протонов соединяются и образуют ядра  ${}^4\text{He}$  (рис. 5). Согласно расчётам, на ядра  ${}^4\text{He}$  приходится ок. 25% общей массы нуклонов. Остальные 75% массы приходятся на оставшиеся протоны (ядра водорода). Др. элементов образуется исчезающе мало. Напр., доля первичного дейтерия составляет не более 0,01% от общей массы вещества. Содержание дейтерия очень чувствительно к значению средней плотности вещества (барионов). Чем выше плотность вещества, тем большая доля дейтерия сгорает и превращается в  ${}^4\text{He}$ . Наблюдаемое космическое обилие дейтерия косвенно свидетельствует о довольно низкой современной средней плотности вещества (барионов)  $\rho \gg 3 \cdot 10^{-31} \text{ г/см}^3$ .

После стадии термоядерных реакций темп-ра вещества ещё настолько высока, что оно находится в состоянии плазмы ещё  $\sim 1$  млн. лет, вплоть до периода рекомбинации ( $T \sim 4000 \text{ К}$ ), когда протоны присоединяют электроны и превращаются в нейтральный водород. Несколько раньше образуется нейтральный гелий. Из этих первичных водорода и гелия, находившихся в газообразном состоянии, в дальнейшем, как полагают, образовались первые звёзды и галактики. Может показаться, что расчёт состояний вещества для эпох, составляющих доли секунд и секунды от момента сингулярности во фридмановских космологических моделях, по меньшей мере ненадёжен. Это впечатление складывается потому, что возраст Вселенной и даже Земли оценивается грандиозно большими числами - миллиардами лет. Однако расчёты в рамках модели горячей Вселенной основаны на весьма общих предположениях. Одним из них явл. предположение, что осн. законы физики (законы термодинамики, законы сохранения электрич. и барионного зарядов и др.) применимы до темп-р  $\sim 10^{12}-10^{13} \text{ К}$  и плотностей  $\sim 10^{15} \text{ г/см}^3$ , превышающих плотность ядерной материи. Второе осн. предположение состоит в применимости к той эпохе однородных изотропных космологических моделей. Знаменательно, что эти естественные предположения согласуются с имеющимися экспериментальными данными.

#### 4. Структурность во Вселенной и её происхождение

**Малые отклонения от однородности и изотропии.** Свойства однородности и изотропии, как показывают наблюдения, присущи Метагалактике в больших масштабах, намного превышающих размеры галактик и их скоплений. Данные наблюдений не противоречат представлению о том, что и в далёком прошлом, в эпоху, когда вещество существовало в виде плазмы, условия однородности и изотропии, характерные для фридмановской космологич. модели, выполнялись с большой точностью. С этих позиций совр. гигантские неоднородности в виде галактик и их скоплений следует рассматривать как результат развития весьма малых по амплитуде начальных возмущений, существовавших в прошлом.

Развитие возмущений в однородном веществе впервые изучал ещё в начале 18 в. И. Ньютон, а затем в 20 в. англ. физик Дж. Джинс. Джинс использовал классич. ур-ния гидродинамики и ньютоновской теории тяготения. Он рассмотрел малые возмущения плотности, скорости и гравитационного потенциала в неподвижном и равномерно распределённом веществе. Возмущения удобно представлять в виде совокупности волн и характеризовать масштаб возмущения соответствующей длиной волны. Если в среде (газе, плазме) возникло сгущение, то гравитац. силы будут стремиться его увеличить, а силы упругости будут стремиться расширить среду и вернуть её в исходное состояние. Под действием этих противоположно направленных сил среда либо придёт в колебательное движение (в любой её точке плотность будет то превышать ср. значение, то становиться меньше его), либо будет испытывать монотонное движение. Характер движения зависит от соотношения между длиной волны возмущения и некоторым критическим масштабом, называемым джинсовской длиной волны  $l_{Дж}$ . Эта величина зависит от параметров среды:  $l_{Дж} = v_s / \sqrt{G\rho}$ , где  $v_s$  - скорость звука в среде,  $\rho$  - её плотность. Наряду с понятием джинсовской длины волны пользуются понятием джинсовской массы - массы, содержащейся в объёме  $(l_{Дж}/2)^3$ .

В масштабах, меньших чем  $l_{Дж}$ , и в объёмах с массой меньше  $m_{Дж}$ , имеют место колебания величин, описывающих возмущения. Амплитуда этих колебаний убывает лишь из-за процессов рассеяния энергии. Если же масштаб возмущения превышает  $l_{Дж}$ , то преобладающую роль играют гравитац. силы и колебательный характер возмущений заменяется на монотонный. Другими словами,  $l_{Дж}$  определяет тот миним. масштаб возмущения, начиная с которого силы упругости вещества не в состоянии противостоять силам тяготения, что и приводит к гравитационной неустойчивости среды.

Зависимость возмущения плотности от времени определяется ур-нием 2-го порядка и поэтому содержит два независимых решения. Оба решения при  $l < l_{Дж}$  имеют осцилляционный характер. При  $l > l_{Дж}$  одно из решений соответствует нарастанию возмущения со временем, а другое решение - его уменьшению, т. е. начальное возмущение может либо неограниченно нарастать (вплоть до границ применимости линейной теории малых



возмущений), либо уменьшаться до нуля. Если начальные данные не выбираются настолько специально, чтобы полностью исключить нарастание возмущений, то через нек-рое время именно нарастание возмущений станет фактором, определяющим эволюцию.

На фоне неподвижного вещества возмущения плотности имеют экспоненциальную зависимость от времени:  $dr/r \sim e^{\pm gt}$ , где  $g$  зависит от соотношения между длиной волны возмущения  $l$  и  $l_{Дж}$ : при  $l \gg l_{Дж}$  значение  $g \gg \sqrt{4\pi G\rho}$ .

Предположение о неподвижности однородного вещества искусственно, оно может выполняться лишь приближённо. В космологич. задачах следует учитывать расширение вещества. Это приводит к степенному закону нарастания возмущений:  $dr/r \sim t^b$ , где  $b$  зависит от  $v_s$  и  $l$ . Напр., при  $W = 1$  в веществе, не обладающем давлением, рост возмущений  $dr/r$  при любом  $l$  происходит по закону  $dr/r \sim t^{2/3} \sim 1/(1+z)$ . Причина неустойчивости в нестационарном веществе остаётся прежней - преобладание сил тяготения в масштабах, превышающих  $l_{Дж}$ . В меньших масштабах распространяются звуковые колебания с амплитудой, убывающей вследствие расширения, а также из-за диссипативных процессов.

Ньютоновская теория гравитац. неустойчивости перестаёт быть справедливой, если плотность вещества такова, что скорость звука  $v_s$  становится сравнимой со скоростью света. В этом случае  $l_{Дж}$  в расширяющемся мире сравнима с расстоянием до горизонта, т. е. приходится иметь дело с масштабами, где ньютоновской теории тяготения недостаточно.

Релятивистская теория малых возмущений однородных изотропных космологич. моделей была развита Е. М. Лифшицем (1946 г.). Эта теория включает в себя также и ньютоновское приближение соответствующей задачи. Произвольные возмущения гравитац. поля и вещества, заполняющего мир, можно разбить на три типа. Каждый из типов возмущений включает возмущения гравитац. поля, но возмущения плотности вещества и его скорости содержатся не везде. Первый тип возмущений включает в себя возмущения плотности и продольной (не вихревой) скорости. Во втором типе нет возмущений плотности, но есть возмущения вихревой скорости. Наконец, третий тип возмущений (отсутствующий в ньютоновской теории) характеризуется тем, что в нём нет ни возмущений плотности, ни возмущений скорости, но есть только возмущения гравитац. поля - это гравитац. волны. Для теории образования гигантских неоднородностей (сгущений) вещества - галактик и их скоплений - особенно важен первый тип возмущений.

Анализ всех типов возмущений в нестационарном расширяющемся мире показал, что возможны возмущения, к-рые убывают или, по крайней мере, не нарастают со временем, хотя вблизи сингулярности могут принимать сколь угодно большие значения. По отношению к возмущениям такого сорта решения Фридмана устойчивы (отклонения от однородности и изотропии уменьшаются). Но среди возмущений плотности есть и такие, к-рые нарастают с течением времени, а при  $t \rightarrow 0$  остаются малыми. Это означает,

что в ранние эпохи, напр. в эпоху нуклеосинтеза, отклонения от однородности и изотропии могут оставаться малыми, и, следовательно, они не влияют на выводы, полученные в рамках фридмановских космологических моделей. Именно этот тип возмущений чаще всего кладут в основу теоретических схем образования наблюдаемой структурности Вселенной.

**Образование галактик.** Среднее расстояние между галактиками в современную эпоху примерно в 100 раз превышает их размеры. Это означает, что в эпоху, соответствующую  $z = 100$ , когда масштабный фактор  $R(t)$  был в 100 раз меньше нынешнего, галактики должны были бы "соприкасаться краями", а до этого галактики и их скопления заведомо не могли существовать в их совр. виде. Высокая степень изотропии реликтового излучения в угловых масштабах, соответствующих линейным размерам скопления галактик, говорит о весьма малой неоднородности догалактич. вещества в эпоху рекомбинации. Это один из важных аргументов в пользу широко распространённого убеждения в образовании наблюдаемой структурности из малых по амплитуде возмущений, существовавших в эпоху рекомбинации и развившихся в дальнейшем в силу гравитац. неустойчивости.

Происхождение и характер возмущений, существовавших на дорекомбинационной стадии, ещё не выяснены. Простейшей гипотезой (и потому, возможно, наиболее вероятной) явл. гипотеза первичных адиабатич. возмущений, т. е. таких возмущений, в к-рых вещество и излучение возмущены вместе, так что отношение  $n_g/n_b$  везде остаётся неизменным. Эта гипотеза явл. естественным следствием теории очень ранней Вселенной. При  $t = 0$  возмущение полной плотности  $dr/r = 0$  и нарастает со временем. Сопровождающее его возмущение гравитационного поля мало, хотя и не равно нулю при  $t = 0$ .

Мелкомасштабные адиабатические возмущения рано или поздно обязательно попадают в режим, когда становятся существенными диссипативные процессы, ведущие к затуханию движения вещества. Поэтому мелкомасштабные возмущения к моменту рекомбинации затухают, а "выживают" только крупномасштабные, охватывающие массу  $\sim (10^{13} - 10^{14}) M_\odot$ . В послерекомбинационную эпоху такие возмущения могут беспрепятственно нарастать. Наряду с ними после рекомбинации могли бы развиваться возмущения значительно меньших масштабов. Дело в том, что в период рекомбинации ( $T \gg 4000$  К,  $t \gg 10^6$  лет) упругость среды резко падает, т. к. фотоны перестают взаимодействовать с нейтральным веществом, и лишь давление газа противостоит гравитац. силам. В результате после рекомбинации джинсовская масса уменьшается до  $10^5 - 10^6 M_\odot$ , т. е. значений, характерных для карликовых галактик и больших шаровых скоплений звёзд. Следовательно, за счёт гравитац. неустойчивости на всём интервале времени, от эпохи рекомбинации до наших дней, могут нарастать и превращаться в гравитационно связанные системы возмущения с массой  $M > 10^5 M_\odot$ . Правда, амплитуда адиабатич. возмущений в атих масштабах очень мала, как

отмечено выше, из-за диссипативных процессов. Темпы нарастания возмущения в веществе определяются ф-лой  $dr/r \sim 1/(1+z)$  (при ср. плотности вещества  $r \ll r_c$  (скорость нарастания возмущений меньше). Отсюда следует, что для достижения к совр. эпохе значения  $dr/r \gg 1$ , что является необходимым условием образования галактик и их скоплений, в эпоху рекомбинации ( $z = z_r$ ) должно было быть  $(dr/r)_r \gg 10^{-2}-10^{-3}$ .

Рассмотрение сгущений, в к-рых  $(dr/r) \gg 1$ , а затем и превышает единицу, требует выхода за рамки теории малых возмущений. Движение вещества, практически не обладающего давлением ( $p = 0$ ), должно приводить к образованию плоских уплотнений ("блинов"), в к-рых один из размеров (толщина "блина") много меньше двух других. Неизбежность образования уплотнений именно такой формы вытекает из весьма общих теоретич. представлений. При произвольных начальных условиях, характеризующих движение элемента объёма сплошной среды с  $p = 0$ , в общем случае под действием гравитац. сил он сжимается в "блин", в то время как сжатие в "нить" или в "точку" требует спец. выбора начальных данных.

Предполагается, что в образовавшихся при  $z \gg (3-10)$  уплотнениях нейтрального газа (в масштабах протоскоплений галактик) происходят разнообразные тепловые и гидродинамич. процессы, ведущие к фрагментации протоскоплений на облака газа и протогалактики, в к-рых образуются звёзды. Совокупность всех протоскоплений ("блинов") должна проявляться в виде характерного ячеистого распределения вещества в Метагалактике с типичным размером ячейки того же порядка, что и наибольший размер отдельных протоскоплений.

Эта теоретическая схема образования структурности, как, впрочем, и любая другая, нуждается в подробном сопоставлении с наблюдениями. По имеющимся данным, следы ячеистой структуры действительно наблюдаются.

Возмущения плотности и гравитац. поля, существовавшие в эпоху рекомбинации, должны проявлять себя сейчас в угловой зависимости темп-ры реликтового излучения. Угловые размеры областей, содержащих массу  $\sim (10^{13}-10^{14}) M_\odot$ , соответствуют неск. минутам дуги. Предсказываемая амплитуда вариаций темп-ры  $dT/T$  не вполне однозначна, т. к. зависит от  $(dr/r)_r$  в эпоху рекомбинации и множества дополнительных параметров.

Однако даже простейший вариант образования структуры требует слишком больших значений  $(dr/r)_r$  и не выдерживает сопоставления с ограничениями, полученными из наблюдений величины  $dT/T$ . Возможно, возникшее противоречие связано с наличием скрытой массы, создаваемой массивными нейтрино или к.-л. др. массивными частицами. Тогда возмущение плотности  $(dr/r)_r$  в фотонно-барионном компоненте материи может оставаться сравнительно малым и, следовательно, предсказываемые вариации  $dT/T$  будут малы, а необходимый рост возмущений будет обеспечен гравитац. влиянием со стороны более значительных неоднородностей в распределении нейтрино или др. частиц, обладающих массой покоя.

Наряду с рассмотренной выше теорией образования галактик из адиабатич. возмущений существует теория, исходящая из первоначальных энтропийных возмущений. Энтропийным возмущениям соответствует однородное распределение излучения при наличии отдельных уплотнений в веществе (барионах), так что в разных точках пространства на каждый барион приходится различное число фотонов (уд. энтропия в разных точках различна). Рост энтропийных возмущений мог бы привести в конце концов к образованию объектов с массой  $\sim (10^5-10^6)M_{\odot}$ . Предполагается, что активная эволюция этих первых объектов создавала бы в окружающей среде условия, необходимые для формирования более крупномасштабных структур (галактик, их скоплений и т. д.). Следует, однако, отметить, что само существование первичных энтропийных возмущений представляется сомнительным в свете теории очень ранней Вселенной. Несомненно, дальнейшее накопление наблюдательных данных (о распределении реликтового излучения и др.) а также теоретич. исследования, в первую очередь по выяснению набора всех частиц, участвующих в рассматриваемых процессах, помогут в конце концов установить подлинную картину образования структурности во Вселенной.

### **5. Очень ранняя Вселенная**

Эпоха первичного нуклеосинтеза - наиболее ранний период в эволюции Вселенной, о к-ром есть к.-л. прямые наблюдательные свидетельства (рис. 4). Наблюдаемое обилие первичного гелия (а также дейтерия) служит основанием для суждений о физ. условиях при  $T \sim 10^9$  К,  $\rho \sim 10^2$  г/см<sup>3</sup> и  $t \gg 100$  с. Более высокие температуры и плотности относятся к периоду, к-рый называется "очень ранняя Вселенная". Интерес к столь удалённой эпохе, кроме общенаучных причин, вызывается необходимостью объяснения наблюдаемых особенностей окружающего мира, явно носящих отпечаток очень далёкого прошлого.

Многое об очень ранней Вселенной в эпоху темп-р  $T \sim 10^{10}$ К можно было бы узнать по реликтовым электронным нейтрино, к-рые в эту эпоху перестают взаимодействовать с другими частицами, но проблема их регистрации ещё не решена.

Совр. теория элементарных частиц предсказывает, что при  $T \sim 10^{13}-10^{14}$ К (адронная эра) вещество содержало большое число свободных кварков - частиц, из к-рых состоят все адроны - сильно взаимодействующие частицы. Можно со значительной степенью уверенности говорить об этой эре, поскольку она описывается теорией сильных взаимодействий.

Для понимания св-в вещества в ещё более раннюю эпоху ( $T \sim 10^{14}-10^{16}$  К) привлекают теорию электрослабых взаимодействий, рассматривающую эл.-магн. и слабое взаимодействия с единых позиций - как взаимодействия с участием различных промежуточных бозонов. Этот период можно назвать эрой промежуточных бозонов, поскольку при  $T \sim 10^{15}$  К достигаются физ. условия для появления большого числа частиц (промежуточных бозонов), реализующих единое электрослабое взаимодействие. Теория этого взаимодействия (в др. аспектах) экспериментально подтверждена.

Вероятно, при ещё более высоких темп-рах надо искать разгадку того, почему Вселенная зарядово-несимметрична (содержит избыток барионов над антибарионами). Совр. попытки объяснения происхождения барионной асимметрии и конкретного численного значения уд. энтропии связаны с построением теории, объединяющей эл.-магн., слабое и сильное взаимодействия (по образцу теории, объединяющей первые два из них) и включающей возможность несохранения барионного заряда. Согласно этой единой теории, все три взаимодействия становятся сравнимыми при энергиях частиц ок.  $10^{16}$  ГэВ, что соответствует  $T \sim 10^{29}$  К. Если единое взаимодействие при  $T \sim 10^{29}$  К действительно имеет место, то должны существовать очень массивные ( $\sim 10^9$  г) и чрезвычайно короткоживущие X-частицы, обуславливающие это единое взаимодействие. С X-частицами связано упомянутое несохранение барионного заряда за счёт превращений с их участием кварков в лептоны и обратно.

Из несохранения барионного заряда следует, в частности, возможность чрезвычайно медленного распада протона в совр. условиях (эксперименты по проверке этого предсказания проводятся). В процессе расширения Вселенной при  $T \lesssim 10^{29}$  К X-частицы и их античастицы ( $\bar{X}$ ) распадаются и "вымирают". Но распад частиц X и  $\bar{X}$  не во всём одинаков (для др. частиц и античастиц это доказано в лабораторных опытах). Поскольку распад X и  $\bar{X}$ -частиц происходит в неравновесных условиях (обусловленных расширением Вселенной), то число появляющихся барионов (B) отличается от числа появляющихся антибарионов ( $\bar{B}$ ). У первоначально зарядово-симметричного вещества возникает ненулевой барионный заряд, т. е. небольшой избыток барионов (кварков) над антибарионами (антикварками). После понижения темп-ры до  $T < 10^{12}$  К и аннигиляции B и  $\bar{B}$  остаются только одни барионы.

В применении к расширяющейся Вселенной теория позволяет в принципе вычислить значение уд. энтропии  $s \sim n_g/n_b$ . Оценки не противоречат наблюдаемой величине ( $\sim 10^9$ ). В рамках этой концепции  $s$  определяется физ. константами (массой и временем жизни X-частицы, различием X и  $\bar{X}$ ) и, т. о., везде одинаково. Следовательно, нет энтропийных возмущений. Несмотря на то что физ. процессы при сверхвысоких энергиях частиц ещё не исследованы в достаточной степени, полученные результаты позволяют надеяться, что физ. законы ранней Вселенной будут раскрыты.

Важные результаты в теории ранней Вселенной были получены в последние годы. Было показано, что в очень далёком прошлом, при  $T \gtrsim 10^{29}$  К, Вселенная могла находиться в состоянии расширения, описываемого законом  $R(r) = (1/H) \exp(Ht)$ . Такую стадию расширения называют "инфляционной". Её наличие позволяет дать естественное объяснение факту постоянства темп-ры реликтового излучения, приходящего с разных направлений, и близости к единице параметра W, характеризующего совр. динамич. эволюцию доступной для наблюдений области Вселенной. Возможно также, что специфика физ. условий в очень ранней Вселенной предопределила природу и спектр первичных флуктуаций, приведших в конце концов к образованию наблюдаемой структурности Вселенной.

В рассмотренных выше процессах, протекающих в очень ранней Вселенной, гравитац. взаимодействие учитывается только косвенно, посредством коллективного гравитац. поля, создаваемого множеством разнообразных частиц и полей. Коллективное гравитац. поле определяет закон изменения со временем плотности материи и темп-ры, но его роль на расстояниях, сопоставимых с размерами частиц, не учитывается. Такой подход оправдан до тех пор, пока гравитац. поле не становится предельно сильным. Другими словами, пока размер горизонта (характеризующий в данном случае кривизну пространства-времени и силу гравитац. поля) велик по сравнению с длинами волн, характеризующими волновые поля и частицы. Если же гравитац. поле увеличивается настолько, что упомянутые размеры становятся сравнимыми, то картина усложняется. В интенсивном гравитац. поле становится возможным рождение пар частиц, подобно тому как в интенсивном эл.-магн. поле возможно рождение электрон-позитронных пар. В частности, в коллективном гравитац. поле очень ранней Вселенной должны рождаться гравитоны - кванты гравитац. поля, особенно интенсивно - в сверхсильных гравитац. полях, в к-рых плотность материи и темп-ра достигают планковских значений  $\rho_{\text{пл}} \sim 10^{93} \text{ г/см}^3$ ,  $T_{\text{пл}} \sim 10^{32} \text{ К}$  (планковская эра). Рождённые в планковскую эру гравитоны должны создавать в современной Вселенной нетепловой фон реликтовых гравитонов.

Реликтовые гравитоны интересны не только как важнейший физ. фактор очень ранней Вселенной, но и как, возможно, единственный источник информации о той эпохе. Дело в том, что все др. частицы, существовавшие в очень ранней Вселенной и нёсшие на себе её отпечаток, в дальнейшем прошли через состояние термодинамич. равновесия, период активного взаимодействия между собой и др. сортами частиц. В результате информация о всех деталях их поведения и роли в процессах на стадии ранней Вселенной должна была сгладиться, потеряться. Что же касается гравитонов, то они либо вообще не были в равновесии, либо вышли из него предельно рано - в планковскую эру ( $t \sim 10^{-43} \text{ с}$ ), и поэтому спектр совр. реликтового гравитац. излучения и плотность энергии реликтовых гравитонов должны нести информацию об очень ранней Вселенной. К сожалению, регистрация реликтового гравитационного излучения находится пока за пределами экспериментальных возможностей. Планковская эра лежит на границе существующих физ. теорий, и вместе с тем её понимание таит, возможно, разгадку самой грандиозной космологич. проблемы - рождения Вселенной.

Сформулированы гипотезы о возможности спонтанного квантового возникновения Вселенной из вакуума. Такой процесс требует, по-видимому, пространственной замкнутости мира. Проблема квантового рождения Вселенной начинает постепенно приобретать количественную формулировку, что, несомненно, будет способствовать её решению

## Концепция глобального эволюционизма

В неживую природу научно обоснованные идеи развития начали проникать через космогонию, когда Кантом и Лапласом была построена концепция происхождения Солнечной системы. Ее суть заключалась в том, что под воздействием гравитационных сил из газопылевого облака образуется система планет с центральной звездой. Со временем эта концепция совершенствовалась, но ее суть оставалась неизменной. Подобным образом рассматривались вопросы звездообразования. Открытие других планетных систем в начале XXI века во многом подтвердило эту концепцию, практически доказав, что процессы звездо- и планетообразования – закономерные явления.

Следует отметить, что указанные открытия изменили отношение ученых к космической эволюции, конечным результатом которой выступает появление разумной жизни. В последние годы в связи с открытием большого количества планет у других звезд экспертные оценки сдвинулись в сторону большей вероятности существования внеземных цивилизаций.

Вплоть до 1922 года в космологии господствовала гипотеза стационарной Вселенной, согласно которой наш мир существовал как единое целое, неизменяющееся всегда, а отдельные его части каким-то образом изменялись, эволюционировали. А. Эйнштейн же рассматривал стационарную Вселенную. Уравнения общей теории относительности дали следующий результат для зависимости ускорения, создаваемого силами тяготения радиуса:

$$a = -\frac{GM}{R^2} + \frac{kc^2}{3} \cdot R \quad (1)$$

где  $G$  - гравитационная постоянная,  $M$  и  $R$  - масса и радиус Вселенной,  $c$  - скорость света,  $k$  - космологическая постоянная, отвечающая за гипотетические силы отталкивания.

Введение этой постоянной является недостатком теории. К тому же из уравнения (1) следует, что при малейшем изменении радиуса равновесие нарушится, и Вселенная будет либо расширяться, либо сжиматься.

В 1922 году русский ученый А.А. Фридман нашел общее решение уравнений Эйнштейна и на их основе показал, что Вселенная не может быть стационарной.

Даже сам Эйнштейн, теория которого была положена в основу работ Фридмана, сначала не мог согласиться с подобным, на первый взгляд, фантастическим выводом. Лишь в мае 1923 года он опубликовал заявление, в котором признавал правильность парадоксальных заключений Фридмана. Надо отдать должное смелости ученого – он не побоялся признать свою ошибку.

По современным научным данным видимая часть Вселенной, составляет ничтожно малую ее долю, которая называется Метагалактикой. Теория

Фридмана рассматривает эволюцию не Вселенной в целом, а лишь эволюцию Метагалактики.

Основными постулатами фридмановской космологии являются: эволюция Метагалактики определяется только гравитационным взаимодействием; пространство Метагалактики однородно и изотропно, т.е. не имеет выделенных точек и направлений, если рассматривать достаточно большие масштабы. На основании этих предположений, которые хорошо согласуются с опытными данными, Фридман построил следующую модель эволюции Метагалактики. Ее главная идея состоит в том, что Метагалактика возникла около 15-20 миллиардов лет назад в результате грандиозного космического взрыва компактного сгустка сверхплотной материи. На вопросы: за счет чего произошел этот взрыв и откуда появился сгусток материи, - теория не отвечает. Но вся дальнейшая судьба Метагалактики прослеживается достаточно хорошо.

Таблица 1.

Время от взрыва	Температура, К	Плотность, кг/м <sup>3</sup> .	Состояние космической материи.
0,01 с	$10^{11}$	$4 \times 10^{12}$	Число фотонов равно числу позитронов, один протон-нейтрон на миллиард фотонов.
Несколько секунд	$10^{10}$	$10^6$	Фотоны, нейтрино, электроны, позитроны, протоны, нейтроны.
3 минуты	$10^9$	100	Начало образования элементов: дейтерий, тритий, гелий.
$10^5$ лет	1000	$10^{-17}$	Начало преобладания вещества.
$10^9$ лет	10	$10^{-25}$	Образование звезд, галактик, квазаров.
$10^{10}$ лет	3	$\gg 10^{-27}$	Современное состояние.

В первое мгновение после начала расширения плотность, скорость расширения и температура были невероятно высоки, однако эти величины быстро уменьшались. Происходящие на этой стадии ядерные реакции привели к образованию гелия, хотя большая доля вещества приходилась на водород. Более тяжелых элементов тогда еще не было. Когда температура опустилась ниже 400 К, стали возникать атомы и под действием гравитационных сил началось образование звезд, планет, галактик.

Мы очень кратко разобрали качественную теорию вопроса, но теория Фридмана дает и количественные выводы, которые подтверждаются наблюдениями. Эволюция Метагалактики представлена в таблице 1.

Первым важным доводом в пользу модели Фридмана является открытое Хабблом в 1929 году космологическое красное смещение линий в спектрах звезд и галактик, по которому определяется скорость их удаления. Чем дальше галактика, тем больше скорость ее удаления от нас. Оказалось, что



существует именно такая зависимость между скоростью удаления галактики и расстоянием до нее, которая предсказывалась теорией расширяющейся Вселенной, т.е. теорией Фридмана.

Вторым доводом является существование реликтового излучения. Это результат эволюции излучения, возникшего в первые мгновения после начала расширения. В соответствии с теорией оно изотропно и имеет температуру приблизительно 3 К. Это излучение было открыто в 1965 году американскими радиоастрономами А. Пензиасом и Р. Вилсоном. Точный анализ излучения показал, что речь может идти об излучении абсолютно черного тела с температурой 3 К. Получено также много подтверждений изотропности этого излучения. И здесь опытные данные подтверждают теорию.

В-третьих, из теории следует, что в Метагалактике должны присутствовать ядра гелия примерно в количестве 25% от полного количества вещества. Это предсказание также подтверждается наблюдениями.

В-четвертых, возраст самых старых минералов, когда-либо попавших из космоса на Землю, оценивают в 14 миллиардов лет. Это поразительно хорошо согласуется с теорией Фридмана.

Этих фактов вполне достаточно, чтобы убедиться в приемлемости космологии Фридмана. Однако, как уже было сказано, она описывает Метагалактику после большого взрыва, ничего не говоря о том, что привело к нему. То есть границы применимости теории не дают возможности ответить на вопрос о начале начал.

В рамках нашего исследования существенным является следующее:

1. Метагалактика имела начало, соответственно она эволюционирует.
2. Образование упорядоченных структур идет под воздействием гравитационных сил.
3. Проблема происхождения Метагалактики остается нерешенной.

Таким образом, в космологии идеи космической эволюции утвердились достаточно хорошо.

Идеи возникновения жизни путем эволюционного усложнения биохимических структур высказывал А.И. Опарин. Причем он выявил любопытную закономерность, когда в процессе развития возникают новые формы движения материи, темп их развития резко возрастает, но при этом указанное ускорение сосредотачивается на все более ограниченной области развивающейся материи.

Эволюция физической и химической формы движения материи нашла свое отражение во второй половине XX века в соавторских работах И. Пригожина при изучении диссипативных структур, Б.Л. Белоусова, открывшего концентрационные автоволны в периодических реакциях, А.М. Жаботинского, исследовавшего самоорганизацию элементарных открытых каталитических систем в эволюционном катализе, Г. Хакена при рассмотрении механизма диссипативных структур в лазерах как синхронизацию индивидуальных осцилляторов, обеспечивающих кооперативное взаимодействие и когерентное поведение в макросистеме.

Говоря об эволюции физической формы движения материи, И. Пригожин и И. Стенгерс подчеркивали, что имеется возможность установить эволюционную парадигму в физике, причем не только на макроскопическом, но и на всех уровнях описания.

А.П.Руденко показал возможность рассматривать и решать на количественном уровне не только проблемы самоорганизации, но и прогрессивной химической эволюции и возникновения жизни на основе каталитических реакций. Эволюция сложных каталитических систем идет в направлении дальнейшего усложнения механизма базисной реакции,... в направлении дробления этого процесса на все большее число стадий и появления все большего числа промежуточных и вспомогательных веществ.

Таким образом, во второй половине XX века эволюция материи рассматривалась в самых различных областях знания, что в конечном итоге привело наряду с синергетическим подходом к концепции глобального эволюционизма.

Ее основная идея состоит в том, что законы эволюции едины для любой формы движения материи, хотя конечно же имеется определенное своеобразие для каждого конкретного случая. Тем не менее, как отмечает А.Н.Аверьянов, принцип существования систем живой и неживой природы един, как едины и наиболее общие законы их формирования и развития.

Наиболее полное отражение идеи глобального эволюционизма нашли в коллективной монографии «Глобальный эволюционизм: (Философский анализ)». В монографии вселенная представляется в качестве развивающегося во времени природного целого. Вся история Вселенной от "Большого взрыва" до возникновения человечества рассматривается как единый процесс, в котором космический, химический, биологический и социальный типы эволюции имеют генетическую и структурную преемственность.

Идею глобального эволюционизма связывают с новым мировидением и новым мироощущением. Идея однонаправленного развития универсума прежде всего имеет мировоззренческую значимость для субъекта. Она обеспечивает оптимистическое, жизнеутверждающее мироощущение, приводит к представлениям о всеобщем совершенствовании. Она необходима для того, чтобы человек чувствовал себя спокойно в мире, чтобы "все стояло на своих местах", чтобы человечеству было "уютно" в огромной, наполненной неожиданными и странными объектами Вселенной - ведь глобальное развитие Вселенной всегда приводит в конечном итоге к возникновению самого познающего субъекта, как к высшему своему продукту (несмотря на все зигзаги и отклонения).

Данная концепция рассматривается в контексте мировоззренческого аспекта: «Идея глобального эволюционизма стала сейчас одной из конкретизаций (или, как иногда говорят, форм реализации) принципа развития. Она обращена одновременно и к философскому, и к естественнонаучному знанию, не сводясь ни к тому, ни к другому. Специфический для нее образ эволюции эта идея выражает на языке

конкретных наук, но по степени обобщения эволюционных представлений выходит за рамки любой из них. Идея глобального эволюционизма должна быть отнесена к уровню знания, часто называемому научной картиной мира.

Таким образом, глобальный эволюционизм претендует на мировоззренческий методологический статус, и его можно использовать в качестве методологии исследования научных проблем.

Наиболее ярко это продемонстрировано в работе В.П. Попова и И.В. Крайнюченко «Глобальный эволюционизм и синергетика ноосферы», в которой впервые построена непротиворечивая информационная модель эволюции микромира, макромира, неживой и живой материи, включая социальные образования людей.

Принцип глобального эволюционизма объединяет в единое целое идеи системного и эволюционного подходов. Представления об универсальности процессов эволюции во Вселенной реализуются в концепции глобального эволюционизма, распространяющегося на все без исключения сферы деятельности в неживой, живой и социальной материи.

Глобальный эволюционизм характеризует взаимосвязь самоорганизующихся систем разной сложности и объясняет генезис новых структур. Такие «синтетические» устремления проявляются в разных науках. Биологи хотят построить целостную теоретическую биологию. Математики хотят построить огромное здание математики на единой основе теории множеств. Физики хотят создать единую теорию поля – единую теорию всех взаимосвязей. А в пределе должна возникнуть единая теория ВСЕГО. Глобалистика, охват возможно большего разнообразия многогранного мира, требует очень широких знаний в области физики, химии, биологии, естествознания, социологии, управления, системного анализа. Узкая специализация ученых - это барьер взаимного непонимания, ограниченность видения Мира, неспособность правильно прогнозировать будущее.

На основе методологии глобального эволюционизма В.П. Попов и И.В. Крайнюченко выводят строго обоснованные «...законы, справедливые для всех этапов эволюции».

1. Эволюция направлена в сторону усложнения структур. В структурах растет количество элементов и связей, увеличиваются размеры информационных пакетов.

2. Новые организovanности возникают как комбинации предшествующих. Эволюция систем есть результат совокупной микроэволюции подсистем, гигантская комбинаторика информационных пакетов.

3. Структурное разнообразие в ходе эволюции непрерывно возрастает.

4. При «конструировании» новых организovanностей живой природы используются достаточно крупные блоки. Клетка - это еще не самый большой «кирпич» в строительстве организма. Биологическая эволюция предпочитает манипулировать и более крупными системами: кровеносной, нервной, лимфатической, системами клеток и т.п.

5. Сформулированные Дарвином условия протекания эволюции живых систем: изменчивость, наследственность, естественный отбор справедливы на всех этапах эволюции Вселенной.

6. Любой эволюционный процесс в природе является цепью актов взаимодействий. Только цепные процессы способны создавать маловероятные организмовности очень сложной структуры (клетки, организмы).

7. На образование новых организмовностей требуются меньшие затраты энергии, чем на образование их предшественников.

8. В неживой природе затрачивается энергия только на создание очередной организмовности, а в живых системах большая доля энергии расходуется на поддержание их неравновесного состояния.

9. По мере усложнения организмовностей снижается их структурная (атрибутивная) устойчивость, но возрастает устойчивость потоковых процессов.

10. Всякая организмовность вначале появляется как самоорганизующаяся система. По мере «взросления» такой системы она дифференцируется и в ней проявляется управляющая (доминантная) подсистема. Управляющая система «ведет» за собой развитие отстающих подсистем.

11. Локомотивами эволюции являются различного вида взаимодействия, существующие в природе. Регуляторами, придающими определенную направленность процессу развития, являются законы природы и процесс расширения Вселенной, который через вакуумный субстрат влияет на все мировые структуры и процессы управления. Более сложные иерархические уровни, выступая в роли локомотивов, втягивают в свой коридор эволюции более простые и косные. Разумные системы начинают сами определять ход своего будущего развития, увлекая за собой всю косную материю.

12. Эволюционные переходы, как правило, плавные и нелинейные. Любой процесс начинается медленно, незаметно, затем наступает период резкого ускорения темпов изменения завершающийся замедлением и остановкой. Можно утверждать, что в окружающем нас мире нет четких границ разделяющих уже существующие и возникающие вновь системы.

13. После очередной бифуркации эволюция вначале протекает ускоренно, затем темп постепенно замедляется. Ускорение эволюции является сигналом о приближении замедления и новой бифуркации ведущей к возникновению нового иерархического уровня сложности.

14. Процесс цефализации протекает постоянно, развитие адаптивных и разумных систем - это основной мотив эволюции живого на Земле.

Законы эволюции распространяются на всю материю, что говорит о глобальном эволюционизме, а так же тот факт, что В.П. Попов и И.В. Крайнюченко используют понятие информационных пакетов, под которым понимают совокупность более простых, как правило, более мелких носителей атрибутивной информации. Информационный пакет не является простой суммой информации, содержащейся в его элементах. В

информационном пакете появляется новая информация, которой не было в его составляющих т.к. появляются новые связи, новые неоднородности. Часть информации низшего уровня исчезает.

Здесь наблюдается некая корреляция с информационным подходом В.Б. Гухмана, однако используется несколько иная концепция и не дается строгих философских обоснований концепции информационного психофизического монизма, которая является методологической основой нашего исследования и позволяет провести диалог двух противоположных парадигм развития мира: эволюционизма и креационизма, в то время как в исследовании В.П. Попов и И.В. Крайнюченко с точки зрения информации рассматривается только парадигма глобального эволюционизма.

## **Лженаука и борьба с ней.**

*(по статье «Чем угрожает обществу лженаука?» Круглякова Эдуарда Павловича - академика, председателя Комиссии РАН по борьбе с лженаукой)*

Отношение власти к науке меняется в лучшую сторону. Это заметно. Президент страны провозгласил долгосрочную программу поддержки науки. Казалось бы, есть все основания смотреть в будущее с оптимизмом. Однако не все так безоблачно. В обществе существуют влиятельные силы, заинтересованные в снижении роли науки. Об одной из этих сил пойдет сегодня речь.

Вот высказывания одной из наших газет с большим тиражом: *«над новой наукой, проникающей в ключевые тайны мироздания, нависла старая угроза – со стороны Российской академии наук, организовавшей Комиссию по борьбе с лженаукой»*. О том, что подразумевается под «новой наукой», мы поговорим позднее, а сейчас еще одна цитата: *«Пасуя перед сложнейшими загадками, которые задает нам природа, РАН торопится обозвать лжеучеными тех исследователей, которые рискуют работать на переднем крае познания»*.

Приведенные цитаты – это не точка зрения невежественного журналиста, это заказ. Идет систематическое преднамеренное оболванивание населения через СМИ. Страшно становится от одних только заголовков: «Бытовые лазеры убивают человеческую кровь», «Крах классической физики», «Чудовища-кровопийцы возвращаются», «Российские физики открыли новое смертоносное излучение». Дикая словесная отравка, которую СМИ подают людям, ведет к одичанию общества, к планомерному воспитанию людей обреченных, для которых все заранее предопределено. Людей отучают мыслить критически, но приучают слепо верить. Кстати, такие же попытки предпринимаются и в сфере образования. Что бы там ни говорили апологеты реформ, но уровень образования в России стремятся понизить. Об этом не раз писал, на примере математического образования, академик В. И. Арнольд.

Кому же нужно загонять страну в средневековье? Людьми, не способными критически мыслить, не знакомыми с логикой, легко манипулировать. Если подавить науку (в таком случае образование само захиреет), начнется золотой век, к примеру, для бизнесменов, зарабатывающих на продаже населению совершенно абсурдных «приборов», излечивающих до 350 (!) разнородных болезней, и для коррумпированных чиновников, поддерживающих преступный бизнес. Уже сегодня ситуация с рынком медицинских приборов выглядит совершенно ненормальной. Назойливо рекламируются приборы квантовой медицины и бессмысленные циркониевые браслеты, возникла целая серия устройств, улавливающих излучение больных клеток, усиливающих его и возвращающих «в противофазе» больным клеткам, после чего мгновенно происходит исцеление. Разные жулики по-разному варьируют идею: кто-то направляет

излучение больных клеток на них же, используя эффект усиления за счет интерференции. Кто-то направляет на больные клетки излучение здоровых. Удивительно, что «приборы», как правило, имеют разрешение Минздрава или Главного санитарного врача, так что несчастных больных людей грабят на законном основании.

Здесь упомянута малая толика «приборов». А ведь кроме них есть еще «приборы» генерирующие электромагнитное излучение, гравитационные волны (некоторые из подобных устройств не требуют даже электропитания). Гвоздь прошедшего сезона – нейтринный генератор для лечения онкологических заболеваний в любой стадии. Автор этого «шедевра» производит нейтрино при прохождении акустической волны через вакуум. Даже школьники должны знать, что звуковая волна через вакуум пройти никак не может, но автор этого бреда, представляющийся профессором, твердо стоит на своем. Не смущает изобретателя и то, что физикам для регистрации одиночных частиц нейтрино приходится создавать детекторы в сотни тонн, что нейтрино, родившиеся в центре Солнца, практически без затруднений выходят на его поверхность, свободно проходят сквозь толщу Земли.

По тому, насколько беззащитно некоторые из упомянутых устройств проталкиваются в различные регионы страны, можно судить о масштабах коррупции высокопоставленных медицинских чиновников. Кстати, им без науки тоже будет уютней.

Большая часть этого рынка построена на обмане покупателей-пенсионеров. Впрочем, состоятельные люди тоже не забыты. Недавно выпущена в продажу голографическая наклейка, – «плоскостной торсионный генератор». Этот «прибор» защищает от воздействия вредных излучений обладателей мобильных телефонов, микроволновых печей, телевизоров и т. д.

Группа энтузиастов из Санкт-Петербурга попыталась при поддержке комиссии по борьбе с лженаукой РАН отобрать у целителей-экстрасенсов лицензии, которые они получили на... коррекцию биополя. Эта акция встречает бешеное сопротивление. А тем временем биокорректоры и биоактиваторы, корректирующие несуществующее биополе, расходятся по всей стране. Если не активизируются биологи и не проснется Российская академия медицинских наук, бессовестное ограбление больных людей будет продолжаться во все нарастающих масштабах.

Массированное внедрение лженауки началось с появления новоявленных чудотворцев типа А. Чумака на экранах телевидения. Сегодня лженаука проникла во многие органы государственной власти. Ее следы наблюдаются в Минобороны, в МЧС, в МВД, в Государственной Думе. Приведу несколько примеров. Выступая в канун Нового года в прямом эфире на канале РТР, С. Шойгу заявил, что МЧС в своей работе использует советы астрологов. Несколько лет назад при МЧС была организована лаборатория экстрасенсов. При Минобороны продолжает функционировать в/ч 10003, проводящая весьма сомнительные эксперименты с колдунами.

16 января 2003 г. на канале «Культура» другой министр (М. Швыдкой), выступая в качестве телеведущего программы «Культурная революция», устроил шоу «Верить можно только астрологам», где оппонентом матерого астролога и демагога В. Ледовских выбрал совершенно далекую от науки актрису, тогда как в зале среди зрителей находилось несколько профессионалов-астрофизиков, не имевших возможности высказаться всерьез по теме с позиции науки.

В помощь подрастающему поколению издательство «Просвещение» по заказу Минобразования издало книжку О. Крушельницкой и Л. Дубицкой «Рассказы об астрологии», а Т. Глоба выпустила серию тетрадок, каждая из которых посвящена тому или иному знаку Зодиака и сопровождается соответствующим текстом (объемом около 10 страниц), из которого школьник узнает, под влиянием каких планет пройдет год, какие проблемы он сулит и т. д. Разумеется, ему и в голову не придет проверять, правду ли предсказал его гороскоп. Так мастера обмана формируют средневековое сознание в своих корыстных интересах. Остается добавить, что в общероссийский классификатор профессий астрологи уже внесены наравне с гадалками. Ну, а к чему ведет фактическое поощрение шарлатанов-астрологов можно убедиться на нескольких примерах.

Несколько лет назад в НИИ МВД прошел научно-практический семинар, где среди прочих обсуждались методы определения преступников с помощью астрологии, ясновидения и лозоходства. Сотрудник НИИ МВД, доктор юридических наук Е. Г. Самовичев, привлекая астрологию, объяснил, почему серийные убийства подолгу остаются нераскрытыми. *«Сложность раскрытия этих преступлений обусловлена, в частности, защищенностью этих программ (заданных датой рождения и датой совершения преступления, – Э. К.) от внешнего воздействия, так что преступник оказывается доступным для задержания и изобличения практически тогда, когда заканчивается время "работы" его криминальной программы».* Г-ну Самовичеву, видимо, невдомек, что в мире ежедневно рождается около трехсот тысяч человек. Таким образом, только за один астрологический цикл на Земле должно появиться триста тысяч серийных убийц. Так где же они?

Трудно приходится следователям-практикам после лекций подобных «ученых». И не случайно в Комиссию по борьбе с лженаукой уже начали обращаться за разъяснениями из региональных прокуратур. Но ведь упомянутый семинар – не единственное место, где учат лжекриминалистике. Свой вклад внес в это дело зам. председателя Комитета Государственной Думы предыдущего созыва доктор технических наук В. Тетельмин: *«ортодоксальная наука "не замечает" биорезонанс искусственный – целенаправленное влияние одного человека на биополя другого. Сделать это можно и техническими средствами – скажем, с помощью психотронного оружия индивидуального или массового воздействия. Правда, до сих пор считается, что такое оружие не создано, а если и созданы отдельные экземпляры, то они могут действовать лишь на очень близком расстоянии. Но в ряде случаев больших расстояний и не требуется. Так, по одной из*



*версий, жена депутата Госдумы Льва Рохлина подвергалась зомбированию с помощью низкочастотного квантово-резонансного излучателя. Будто бы она не ведала, что творила, поскольку ее мозгом управляли другие люди».* Думаю, этот абсурд в комментариях не нуждается.

В окружении первого Президента России Б. Н. Ельцина наблюдался печально известный генерал Г. Рогозин, предсказавший начало термоядерной войны в августе 1999 года, и проходимец, величающий себя доктором физико-математических наук, Г. Грабовой. Кстати, последний утверждает, что он и сегодня мысленно проверяет перед вылетом исправность президентского самолета. Он же является изобретателем уникального прибора – «кристаллического модуля», с помощью которого во время подземных ядерных испытаний в Семипалатинске существенно снижал мощность ядерного взрыва. Хотя абсурдность подобного утверждения совершенно очевидна каждому физическому, но специально для непрофессионалов было проведено расследование, которое показало, что г-н Грабовой никогда не участвовал в ядерных испытаниях. Таким образом, Г. Грабовой лжет. Это следует знать легковерным чиновникам, ибо он дал понять, что кристаллический модуль будет хорош на атомных станциях. Чем черт не шутит, еще поставят «прибор» на АЭС. Из недавней телевизионной передачи довелось узнать, что г-н Грабовой читает лекции в МЧС и является консультантом в Совете Безопасности РФ.

При Минобороны длительное время подвизался военный астролог А. Бузинов. Поскольку каждый танк, самолет, корабль имеет дату «рождения», г-н А. Бузинов нашел поистине золотую жилу, распространив астрологические правила игры на военную технику. Наши СМИ всячески способствовали росту его популярности. Еще бы! Ведь он точно предсказал ряд катастроф, в частности, гибель парома «Эстония» на Балтике, самолета «Руслан» под Иркутском и т. д. Правда, почему-то об этих удивительных предсказаниях мы узнавали задним числом. Хочу упомянуть здесь случай, который СМИ оставили без внимания. Сразу после трагических событий, связанных со взрывами жилых домов в Москве, он явился в УФСБ РФ по Москве и Московской области и заявил, что в состоянии определить, где террористы прячут взрывчатку. Не могу сказать, поверили сотрудники ФСБ прорицателю или нет, но тщательная проверка примерно по десяти адресам, указанным А. Бузиновым была немедленно организована: уж слишком серьезными могли быть последствия. Разумеется, никакой взрывчатки не оказалось. Почему-то об этом факте СМИ промолчали. А ведь его одного достаточно, чтобы забыть об этом человеке навсегда.

Одна из причин роста влияния лженауки связана с отношением большинства ученых к этому явлению. Это отношение можно охарактеризовать такими терминами как брезгливость, презрение, снисходительность, попустительство. Большинство ученых до сих пор не осознает степени опасности, нависшей над наукой.

Выступая в Ватикане незадолго до конца прошлого столетия, академик В. И. Арнольд сказал: *«Учитывая взрывной характер всевозможных*

*псевдонаук (вроде астрологии), во многих странах в грядущем столетии вполне вероятно наступление новой эры обскурантизма, подобной средневековой. Нынешней расцвет науки может смениться необратимым спадом, подобным тому, который произошел с живописью после итальянского Возрождения».*

Известный американский философ П. Куртц недавно заметил: *«Мы живем в такое время, когда прогресс науки на границах знания является беспрецедентным. В то же самое время антинаука, псевдонаука и вера в паранормальное растут, бросая вызов жизнеспособности научного исследования».* Мы видим, что рост влияния лженауки беспокоит не только нашу Комиссию.

Попробуем указать основные «точки роста» лженауки в нашей стране. Прочитаем выдержку из документа, попавшего 15 лет тому назад на стол главы Правительства СССР. *«Отставание в области теории и практики спинорных полей может иметь необратимые последствия в таких оборонных аспектах, как: методы и средства высоконадежного обнаружения стратегического оружия противника (МБР, ПЛА, самолеты и т. п.), дальнейшее бесконтактное поражение стратегических вооружений противника, скрытая помехозащитная связь с объектами в космосе, на земле, под землей, под водой, мобильные средства на принципах управления гравитацией, психофизическое и медико-биологическое воздействие на войска и население и др.»* Легко себе представить, что должен был чувствовать Премьер-Министр. Речь шла об оружии, превосходившем по мощи ядерное. Не дашь деньги, – получишь «необратимые последствия». Пришлось выделить средства, – 500 млн. рублей. А ведь вполне можно было отказать. Для этого требовалось всего навсего провести квалифицированную экспертизу. Своеобразная экспертиза состоялась в 1991 году, когда член-корреспондент АН СССР (ныне академик) Е. Б. Александров с трибуны Общего собрания АН СССР разоблачил аферу с торсионными полями (к этому моменту спинорные поля превратились в торсионные). После обсуждений в Отделении общей физики и астрономии АН СССР и обращения в Комитет Верховного Совета СССР, последний принял Постановление «О порочной практике финансирования псевдонаучных исследований из государственных источников». Сразу после этого Центр нетрадиционных технологий, созданный при ГКНТ СССР для реализации торсионной программы был распущен, директор Центра г-н А. Е. Акимов, крестный отец всей этой аферы, уволен. Но вскоре А. Е. Акимов организовал малое предприятие со звучным названием «Международный институт теоретической и прикладной физики» при РАЕН. С тех пор торсионная афера растет и ширится. В 1992-95 гг. Акимов по непонятным причинам получает финансирование от Министерства науки. В 1996-97 гг. Минобороны финансировало работы Акимова по мифическим торсионным линиям связи. Возможно, что финансирование продолжалось и дальше, но это трудно установить: работы велись секретно. Сам по себе факт, что почти десять лет ведутся закрытые работы по неизвестному мировой науке пятому типу

взаимодействия, который известен только небольшой кучке посвященных, выглядит смехотворно и может иметь только одно разумное объяснение: коррупция.

Интересно, что сегодня г-н Акимов начисто позабыл свои обещания о торсионном сверхоружии. Теперь речь идет об уникальных мирных торсионных технологиях. И здесь время от времени он попадает на обмане. Так, в 1996 г. он заявил: *«В НПО "Энергия" вскоре должна быть испытана первая летающая тарелка. Принцип ее движения совершенно нов – отсутствует использование реактивной тяги. В случае успешных испытаний существует реальная перспектива переворота всего транспорта (так в тексте – Э.К.), автомобилей, поездов и т. д. на новую основу, без использования двигателя внутреннего сгорания»* («Чистый мир», № 4, 1996). А вот комментарий первого вице-президента, первого заместителя генерального конструктора РКК «Энергия» В. П. Легостаева: *«РКК "Энергия" не занималась, не занимается и не предполагает заниматься разработкой "летающих тарелок" на основе генераторов торсионного поля»*. Хотя в Отделении физических наук РАН нет ни одного сторонника г-на Акимова, хотя секция физики РАЕН резко осудила деятельность А. Е. Акимова и его сподвижника Г. И. Шипова, торсионная афера захватывает все новые и новые плацдармы. Под присмотром г-на Акимова образовалось несколько закрытых акционерных обществ, которые в последние годы собирают урожай не только внутри страны, но и выходят на международную арену. Среди неудачных операций подобных фирм могу упомянуть попытку внедрить «торсионные технологии» на комбинате «Норильский никель» с обещанием годовой экономии в 250 млн. долларов. Едва не удалась попытка почистить с помощью торсионных генераторов реку Яуза. А вот операция по очистке Геленджикской бухты прошла блестяще. Немалые средства из бюджета были изъяты. Секрет состоял в том, что сравнивались анализы 1990 г., как раз перед тем, как стоки в бухту были закрыты, и семь лет спустя, после «обработки» бухты торсионными генераторами мощностью около 100 милливольт.

С помощью аналогичных генераторов в 1998 году удалось рассеять дым над Малайзией от лесных пожаров в Индонезии. Такие чудовищные аферы возможны только при участии высокопоставленных чиновников на основе коррупции. Только поддержкой высоких покровителей можно объяснить смелость господ Акимова и Шипова, посмеявших очернить академика Е. Б. Александрова в журнале «Электросвязь». По-видимому, благосклонностью подобных покровителей можно объяснить и недавнее весьма смелое заявление А. Акимова о возможностях «торсионных технологий»: *«С их помощью можно получать энергию практически из ничего, заменив все тепловые и атомные электростанции и создав альтернативу ядерной энергетике. Уже появились и испытаны новые виды двигателей, не сжигающие ни нефть, ни газ, ни другие углеводородные виды топлива, а значит, не загрязняющие среду. В экспериментах показано: новые виды связи работают без передачи электромагнитных волн, а совсем по*

*другим принципам, не требующим практически никакой традиционной энергии». («Интеллектуальная собственность», № 4, 2000).*

Ловить г-на Акимова на передергивании, обмане можно на каждом шагу, но это отдельная тема. Хотел бы заметить, что равнодушие и попустительство многих ученых привело к печальным результатам. Миф о торсионных полях и торсионных технологиях находит благоприятную среду в самых неожиданных местах. К примеру, в Новосибирске под эгидой академика РАН В. П. Казначеева и доктора мед. наук В. А. Трофимова возник так называемый «Международный институт космической антропоэкологии», совершенно непостижимым образом прошедший государственную аккредитацию в Миннауки РФ. Так вот, в этом институте имеется торсионный генератор и ведутся исследования «по изучению живого вещества в торсионных полях». Два слова об этом уникальном институте. Как сообщил директор института А. В. Трофимов, «в наших исследованиях по дистанционной передаче информации мы сопоставляем астрологические и астрофизические данные участников, используя американскую базу данных по астрологии "НОВА"». Могут в этом институте менять ход времени с помощью «Зеркал Козырева». А еще в институте лазерный луч взаимодействует с «отраженным биофизическим полем человека». Не демонстрируют ли приведенные примеры, что так называемая государственная аккредитация превратилась в сугубо бюрократические игры, если махровая лженаука получает государственную поддержку, кстати говоря, несмотря на отрицательные заключения ряда ученых?

После распада СССР лженаука начинает проникать в ВУЗы страны. В 1994 году в Магнитогорской горно-металлургической академии издается учебное пособие А. В. Вачаева и Н. И. Иванова «Энергетика и технология структурных переходов». О чем эта книга? Приводятся модели *«электромагнитной импульсной перестройки симметрии элементов, в результате которой образуются более легкие и простые элементы с выделением энергии разрываемых структурных связей»*. Вот еще один отрывок из текста: *«импульсный метод переработки сточных вод любого состава может стать надежным источником получения чистых элементов и энергии»*. Думаю, комментарии здесь не требуются. А вот безответственных рецензентов следует обнародовать. Это д. т. н., проф. Челябинского государственного технического университета Е. В. Торопов и к. т. н., с. н. с МЭИ С. В. Картавцев.

В 1997 г. в Ростове-на-Дону вышла книга «Концепции современного естествознания», написанная авторским коллективом под руководством доктора социологических наук, проф. С. И. Самыгина. Министерство просвещения РФ рекомендовало книгу в качестве учебного пособия для студентов гуманитарных и экономических специальностей ВУЗов. Вот какие «открытия» преподносит книга студентам: *«Ученые предполагают, что информация о каждом предмете, об объектах живых и неживых имеется во всех точках Вселенной одновременно»*. Еще один «перл»: *«Информационное поле содержит информацию обо всем во Вселенной и способно зародить*

*жизнь и направлять ее развитие». «Наиболее подходящей моделью для объяснения психофизических феноменов – получение информации из недоступного прошлого и пророчество будущего – считается голографическая модель». Надеюсь, здесь можно обойтись без комментариев.*

Особого упоминания заслуживает книга недавно скончавшегося президента Международной академии информатизации И. И. Юзвизина, «Основы информациологии» (Москва, изд-во «Информациология» и изд-во «Высшая школа», 2000 г.). Мне уже доводилось анализировать предыдущую книгу г-на Юзвизина «Информациология», содержащую множество чудовищных нелепостей. В частности, в ней скорость света менялась от 10 млн. километров в секунду до 1 метра в секунду. В новой книге с этим покончено. Автор даже выразил мне благодарность за критические замечания. Теперь появляются новые сногшибательные «открытия»: *«можно полагать, что в глубинах Вселенной, вероятно, может быть температура и ниже 00К: – 50К, – 100К, – 200К, – 300К и т. д.»*. «С целью расширения научных исследований и снятия ортодоксального квазинаучного "запрета" предлагается шкалу температур гипотетически расширить». В итоге помимо шкал по Цельсию и по Кельвину появляется новейшая шкала «по Юзвизину». Конечно, весь этот бред выглядит смешно, но становится грустно, когда узнаешь, что эта книга – *«учебник для высших и средних учебных заведений, курсов повышения квалификации и самообразования»*. Печально, что два представителя ученого мира доктора физ.-мат. наук, профессора В. А. Иванов и И. Д. Софронов выступили в роли рецензентов. Читали ли они этот абсурд?

Не знаю, где внедрен обсуждаемый «учебник», но в МИРЭА г-н Юзвизин около десяти лет возглавлял кафедру информациологии и читал двухсеместровый курс «Основы информациологии». Попутно доктор технических, физико-математических, информациологических и биологических наук И. Юзвизин калечил студентов Московского института информациологии.

В 2000 году в Барнауле в Алтайском государственном техническом университете им. И. И. Ползунова вышло в свет учебное пособие «Физика и техника торсионных излучений. Торсионные технологии». Вместе с А. Акимовым и Г. Шиповым в соавторах учебного пособия оказался профессор Алтайского университета Г. И. Госьков. Сегодня г-н Госьков – зав. кафедрой информационных технологий этого университета. Среди его последних «достижений» – измерение «энергоинформационных излучений», обнаружение «биоэнергии», «зарядка» воды с помощью электромагнитных волн, ультразвука, обыкновенной книги и манипуляций руками. Интересно, знает ли Министерство образования РФ, кого готовит стране г-н Госьков?

Годом раньше, в 1999 году в том же университете был проведен 2ой Международный конгресс «Биоэнергоинформатика». Основными организаторами, не считая хозяев, являлись Международная академия энергоинформационных наук и Международная академия информатизации. Вот такая тематика предлагалась участникам:

1. Физика и техника торсионных полей.
2. Биоэнергоинформатика в быту, на производстве и в целительстве (биоэнергоинформационное целительство, биоэнергоинформатика в архитектуре и строительстве и т. д.)
3. Явления, изобретения и поиски в области биоэнергоинформатики (аномальные или ПСИ-явления, биолокация, уфология, бионергоинформатика и чрезвычайные ситуации, биоэнергоинформатика и восстановительная медицина и т. д.)

Должен сказать, что Барнаул – отнюдь не единственный город, где проводятся лженаучные конференции. Многие города страны привечают лженауку.

В 1997 году издательство «Наука» на коммерческой основе выпустило монографию Г. Шипова «Теория физического вакуума» (рецензенты – доктора физико-математических наук А. Рухадзе и Р. Кузьмин). Хотя она и получила подобающую оценку в рецензии академика В. Рубакова, опубликованной в «Успехах физических наук», все же издание книги нанесло науке значительный ущерб. Опытные мастера блефа даже перевели ее на английский язык. В итоге книга стала своеобразным знаменем торсионных аферистов. Жуликов, промышленяющих на так называемых «торсионных технологиях», мало заботит то, что ни у Г. Шипова, ни у А. Акимова нет ни одной публикации ни в одном из серьезных рецензируемых физических журналов, что описанных в книге Г. Шипова технологий не существует. Обман начинается буквально с первых строк. Автор утверждает, что в книгу вошли материалы лекций, которые он прочел на физфаке МГУ в 1993 и 1996 гг. Ложь! В справке деканата физфака сообщается, что *«Г. И. Шипов не читал на физическом факультете МГУ курса лекций "Теория физического вакуума" или других курсов лекций»*. Как уже отмечалось, физическое сообщество не жалуется господ торсионщиков. И все же сторонников у них предостаточно. В подавляющем большинстве случаев это люди, весьма далекие от фундаментальных проблем физики.

В 1998 году в издательстве Пермского государственного университета вышел сборник «Химия, технология, промышленная экология неорганических соединений». В нем имеется статья В. Ф. Панова, А. В. Клюева, В. И. Кичигина, Г. В. Халдеева «Торсионные поля и химические процессы». Сборник издан от имени Российской академии наук и научного совета по неорганической химии Уральского отделения РАН.

В том же 1998 году во Владивостоке в издательстве «Дальнаука» от имени Российской академии наук (Дальневосточное отделение) издана книга Ю. Б. Шауба «Актуальные медицинские исследования новыми физическими методами». Это сочинение имеет к науке весьма отдаленное отношение. Судите сами: здесь представлены биополе и чакры, дистанционное воздействие лекарств и ядов на человека. Не обойдены вниманием микролептонное излучение и торсионные поля. Думаю, рецензентов, пропустивших эту книгу в свет, следует обнародовать. Это доктор мед. наук Ю. В. Кулаков и доктор геолого-минералогических наук

Б. В. Преображенский. К сожалению, список подобных книг отнюдь не ограничивается тремя упомянутыми.

Российская академия наук издает несколько научно-популярных журналов. В редакционных Советах и редколлегиях состоят многие выдающиеся ученые. Однако складывается впечатление, что используются они в роли свадебных генералов и никоим образом не определяют политику журналов. Чем иначе объяснить, что в этих журналах время от времени появляются статьи, прославляющие махровую лженауку?

Напомню несколько таких случаев. Страницы журнала «Наука в России» были предоставлены г-ну А. Я. Грабовщину для восхваления так называемой квантовой медицины, ничего общего с наукой не имеющей. В журнале «Электроника» опубликована, мягко говоря, странная статья, посвященная извлечению энергии из эфира. В одном из последних номеров журнала «Энергия» напечатана статья, воспевающая шотландского астролога мадам Марджори Орт. Фактически научно-популярный журнал призывает смиренно внимать астрологическим прогнозам, отказавшись от попыток строить будущее на основе логики, здравого смысла, научных прогнозов. Добавлю, что газета «Поиск», одним из учредителей которой является Российская академия наук, тоже отличилась, опубликовав статью об опытах по так называемому альтернативному зрению, проводившихся в МГУ. Замечу, что когда одному из членов нашей Комиссии демонстрировали девочку, видевшую тексты и картинки с завязанными глазами, он повязал ей принесенную с собой маску, и все чудо-эффекты немедленно исчезли.

В последние годы лженаука превратилась в хорошо организованную силу, обладающую немалыми финансовыми возможностями. К примеру, Международная академия информатизации регулярно проводит свои форумы в Государственном Кремлевском Дворце. Ни одна научная конференция не может себе позволить ничего похожего. Но это отдельная тема, и мы не будем ее касаться. Остановимся на редком пока явлении – проникновении лженауки на научные конференции. Приведу наиболее вопиющий пример. В июле 2000 г. в Санкт-Петербурге прошел II Международный Конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». По-видимому, Оргкомитет Конгресса селекцию представленных докладов не проводил. Несколько заголовков докладов говорят сами за себя.

1. «Биополе и сверхтекучий физический вакуум».
2. «Эффект "живой" воды в природе и сопутствующие природные явления». Вот что утверждается в докладе: *«установлено, что в 2320 энергетика воды начала повышаться»*. *«Вода до настоящего времени является "живой", т. е. заряженной»*.
3. «Механизмы биолокационных взаимодействий». Вот, какая терминология присутствует в этой работе: *«оператор-экстрасенс», «мысленный заряд воды», «регистрация заряда велась с помощью биолокационной рамки»*.
4. «Живое вещество в слабых полях». В докладе говорится: *«Мы допускаем, что живые системы – это не только белково-нуклеиновые*

*структуры, но и структуры, использующие спинорно-торсионные механизмы. С применением разнонаправленных торсионных полей нами успешно смоделирована возможность передачи клеточной культуре состояний, отражающих ее прошлое и будущее».*

5. «Энергоинформационная теория наследственности, изменчивости и формообразования». В этом докладе *«сформулированы новые научные направления: информационная биология, информационная генетика, информационная медицина, информационная физика, космическая экология».*

Встречается в докладах и сугубо коммерческая лженаука.

6. «Влияние аппликатора "Медив" на неспецифическую резистентность организма при язвенной болезни 12-перстной кишки». Экспертиза показала, что этот прибор совершенно бесполезен.

7. «Оценка методом газоразрядной визуализации влияния биокорректоров на людей». В докладе речь идет о приборе ГАММА-7Н, которому посвящена статья, давшая название книге «"Ученые" с большой дороги».

Но особенно странным выглядит включение в программу доклада «Сущность гравитационной постоянной», никакого отношения к тематике Конгресса не имеющего, к тому же ошибочного. Это и есть безответственность и попустительство.

Несколько слов о ситуации с научными журналами, издаваемыми РАН. Увы, и здесь брак в работе случается. В 1995 г. журнал «Биофизика» опубликовал статью А. Е. Акимова, В. Я. Тарасенко, Г. И. Шипова «Торсионные поля как космофизический фактор». Обратите внимание, единственная статья о торсионных полях, появившаяся в журнале РАН, опубликована не в ЖЭТФ, где бы ей следовало быть по принадлежности, а в биологическом журнале. Пять лет спустя в том же журнале опубликована еще одна статья, на этот раз о пирамидах. В 1989 году в ДАН СССР вышла публикация А. Ф. Охатрина, представленная академиком М. Садовским, об открытии так называемых микролептонов. Попытки члена-корреспондента АН СССР Е. Б. Александрова опубликовать опровержение по горячим следам успеха не имели. Недавно эта история «аукнулась». Весной прошлого года английская фирма TIEL с русскими корнями попыталась получить лицензию на разведку нефти методом «микролептонной технологии». Несмотря на скепсис геологов, которые утверждали, что нефти в заявленном районе нет, фирма все же настаивала на оформлении лицензии. Заинтригованные журналисты обратились к управляющему фирмы. Тот пояснил, что они собираются искать нефть самыми современными методами. В 1995 году Мартин Перл получил Нобелевскую премию за открытие тау-лептона. Так вот, микролептоны – это нечто близкое по своим свойствам тау-лептонам. Узнав об истории с микролептонами, М. Перл возмутился. Начался скандал. Возникла комиссия ученых, которая решила расследовать эту историю. Один из английских физиков из Манчестерского университета, – специалист в области физики элементарных частиц,



профессор Робин Маршалл, – довольно быстро нашел в качестве первоисточника этой аферы публикацию в ДАН СССР 1989 г. Комментарий Р. Маршалла по поводу статьи А. Охатрина звучит следующим образом: *«Он либо сумасшедший, либо был пьян, либо просто обманывает»*. Профессор Р. Маршалл заметил, что *«наличие такой лицензии будет представлять для них огромную выгоду»*. Что же касается лицензии, то по мнению ряда членов Комиссии, *«лицензия на бурение, полученная от правительства Великобритании, могла бы использоваться как печать одобрения маркетинга технологии в других регионах мира»*. Можно представить себе, как пойдут дела у наших микролептонных аферистов, если еще до получения английской лицензии (которую теперь едва ли удастся получить) они уже ведут нефте- и газоразведку в нескольких регионах нашей страны за счет государства! Дело дошло до того, что аферисты направили письмо Главе Правительства России М. М. Касьянову с предложением обследовать нефте- и газоносные месторождения на Каспии. Жулики готовы «осваивать» 0,5-0,6 млрд. рублей в год. Вот к каким последствиям может привести небрежность редколлегии. Эта история послужила хорошим уроком. Не знаю, как другие отделения, но Отделение физических наук рукописи в ДАН без рецензирования не пропускает. Не всем это нравится. *«Факт существования такой инстанции, как Комиссия по борьбе с лженаукой позорит Российскую академию наук. Задача у этой Комиссии одна – перекрыть доступ в науку каких бы то ни было новых идей»*. Эти слова принадлежат академику М. М. Лаврентьеву. Михаил Михайлович – математик, но почему-то считает, что в области физики все сообщество идет не в ногу, а он один – в ногу. Гневается он на Комиссию потому, что его странные статьи по физике с некоторых пор перестали публиковать в ДАН. И хотя деятельность председателя этой Комиссии напоминает М. М. Лаврентьеву деятельность Торквемады, он мои возможности явно переоценивает. В конце концов, мое влияние явно не распространяется на ведущие физические журналы мира. Мог бы попробовать там публиковаться. Только ведь ничего не получится, и не Комиссия будет в этом виновата.

И еще один академик, – Наталья Петровна Бехтерева через «АиФ» запугивает народ этой ужасной Комиссией: *«Сейчас неподходящее время, чтобы высказывать очень смелые мысли. Потому что в Академии наук есть Комиссия по лженауке»* С чего это академик Н. П. Бехтерева вдруг стала опасаться Комиссии? В начале 2002 года группой авторов во главе с ней в журнале «Физиология человека» была опубликована статья «О так называемом феномене прямого видения». Даже сами авторы отмечали, что это сугубо предварительное исследование. Опыты ставились так, что возможность примитивного подглядывания не была полностью исключена. В таком случае совершенно непонятно, как можно делать сомнительные утверждения, вызывающие протест у любого физика, к примеру, о том, что *«альтернативное зрение осуществляется с помощью кожи»* или с помощью локационного механизма? Легко показать, что ни малейшего смысла в этих утверждениях не содержится. Между тем, итогом этой абсолютно

неубедительной статьи явилась шумиха, поднятая в СМИ по поводу сомнительного феномена, преподносимого прессой как абсолютно достоверный факт, установленный академической наукой. Увы, некоторые основания ссылаться на науку у СМИ на этот раз имелись. Сама Наталья Петровна недавно заявила: *«Этот феномен нами серьезно проверен»* («АиФ» № 1-2, 2003). А как же быть с утверждением авторов обсуждаемой статьи о том, что *«настоящая работа представляет собой пилотное и сугубо предварительное качественное исследование, не претендующее на выявление каких-либо количественных закономерностей»*? Неужели эта сырая работа и есть *«серьезная проверка»*? И неужели академик Н. П. Бехтерева считает, что одна малоубедительная работа является достаточным основанием для отправки Президенту страны письма с предложением о необходимости внедрения метода обучения «альтернативному зрению» в спецслужбах?

Что же касается опасений Натальи Петровны за *«очень смелые мысли»*, то «кожное зрение» ни один физик не отнесет к смелым мыслям, скорее, сопроводит совсем другим эпитетом. И Комиссия здесь ни при чем. Статья вызвала возмущение не в Комиссии, а в научном сообществе страны.

В декабре 2000 года один из лучших физических журналов России «Письма в ЖТФ» опубликовал статью В. В. Рощина и С. М. Година «Экспериментальное исследование физических эффектов в динамической магнитной системе». Создается впечатление, что члены редколлегии статью не смотрели, понадеялись на заключение рецензента. Между тем, даже беглого просмотра достаточно, чтобы понять, что ее можно публиковать только в каком-нибудь альманахе научной фантастики. Действительно, в короткой заметке можно встретиться и с антигравитацией (вес установки во время экспериментов убывал с 350 кг до 250 кг), и с обнаружением «магнитных стен» на расстояниях до 15 метров от оси установки без уменьшения напряженности магнитного поля по мере удаления от оси, и с рядом других чудес.

К чести редколлегии надо сказать, что на страницах своего журнала она принесла извинения читателям за публикацию данной статьи. И еще один маленький штрих по поводу упоминавшейся статьи. Она была опубликована от имени Института высоких температур, однако последний к этим «исследованиям» никакого отношения не имеет. Да и такой установки в Институте никогда не было. Между прочим, подобного рода подлоги – стандартная практика лженауки.

Известно, что наука живет и развивается по свойственным ей этическим нормам. Всякий новый эффект, всякое открытие должны найти признание в первую очередь в научном сообществе. Поэтому авторы любого значимого научного результата стремятся опубликовать его в наиболее престижных научных журналах (разумеется, рецензируемых). Дурным тоном считается обнародование первых результатов через СМИ. Тем более неприемлемым выглядит обращение ученых в высшие эшелоны власти с требованием немедленной поддержки гениального открытия, о котором научное сообщество даже не подозревает.

Полтора года назад группа В. Соболева из Волгограда, совершившая сразу семь выдающихся «открытий», среди которых новый неисчерпаемый источник энергии, весьма похожий на вечный двигатель, магнитный заряд, сверхпроводник на основе низкотемпературной плазмы и т. д., обратилась к Президенту страны, в Совет Безопасности РФ, в Правительство, к представителю Президента. Ученые-физики впервые услышали об этих сенсационных «открытиях» на пресс-конференции, куда их никто не приглашал и где они оказались совершенно случайно. На этом шоу выяснилось, что у группы нет ни одной научной публикации! Правда, В. Соболев, отвечая на соответствующий вопрос, заявил: *«статьи готовим, скоро выйдем на научные журналы и начнется дискуссия»*. Месяцем позже г-н Соболев начисто забыл о своем обещании. *«Заниматься писанием научных статей, их рецензированием и проталкиванием – значит отнять у себя много дорогого времени»*. Надеюсь, эта реплика в комментариях не нуждается.

За несколько месяцев до публичного появления группы В. Соболева средства массовой информации подняли на щит еще одного «гения», – Л. Уруцкоева, «открывшего» магнитный монополю и эффект преобразования элементов, скажем, в золото и платину. А недавно депутат Государственной Думы Б. Е. Немцов в письме Президенту страны В. В. Путину сообщил, что Л. Уруцкоеву удалось осуществить обогащение урана-238 до 50%. Хотел бы отметить, что концентрация этого изотопа в природном уране без всякого обогащения составляет 99.28%. Негоже бывшему физику «подмахивать» письма, даже не читая их.

Заботу об Л. Уруцкоеве проявил и С. Шойгу, обратившийся с письмом в поддержку деятельности Л. Уруцкоева в Совет Безопасности РФ. Странная картина получается. Десятки квалифицированных физиков Москвы, Новосибирска, Санкт-Петербурга были вынуждены разбираться с «открытиями» Л. Уруцкоева. В Курчатовском институте пришлось создать специальную комиссию, заслушать Л. Уруцкоева и членов комиссии на Ученом совете института. Эксперты были единодушны: эксперименты Л. Уруцкоева ошибочны. Но последний, пользуясь высокой поддержкой, гнет свою линию: дескать, его правота подтверждена в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна) и в ядерном центре в Сарове (бывший Арзамас-16). И вот уже директор ОИЯИ академик В. Г. Кадышевский вынужден заявить, что ОИЯИ не имеет отношения к опытам Л. Уруцкоева. Из тех экспериментов, которые были проведены в Сарове, кстати, в присутствии самого Л. Уруцкоева, следует, что ни магнитных монополей, ни трансмутации элементов не обнаружено.

Обо всем этом сообщалось в Совет Безопасности РФ. Но кому-то из высокопоставленных чиновников очень хочется создать новую федеральную программу под г-на Л. Уруцкоева. И вот и. о. Председателя Совета Безопасности РФ В. Шерстюк рассылает новое письмо с требованием провести экспертизу не только в РАН, но и в Минатоме, и в Миннауки.

Нелепо все это выглядит. Ведь эти ведомства уже высказывались ясно и недвусмысленно. Чего же еще надо?

Охотников поживиться за государственный счет у нас немало. И до тех пор, пока государство не решится навести порядок с научной экспертизой проектов, мы будем лишь наблюдать со стороны, как бюджетные средства утекают в карманы околонучных шулеров и их покровителей.

Проблемы лженауки весьма многогранны, и мы не можем осветить все стороны этого явления. Так, мы практически не касались проблемы экспорта лженауки. Ничего не было сказано о совершенно ненормальном положении с патентным делом в России. Но даже фактов, упомянутых в докладе, достаточно, чтобы понять, со сколь опасным явлением мы имеем дело. Чтобы противостоять этому монстру, небольшой Комиссии явно недостаточно. Мы должны организовать массовое движение против лженауки. Необходимо, чтобы ячейки Комиссии в самое ближайшее время появились хотя бы в крупнейших городах страны.

Научная общественность, хотя и медленно, но прозревает. Сегодня имеется достаточное количество квалифицированных ученых-добровольцев, готовых поработать в Комиссии. С удовлетворением должен отметить, что нашему примеру последовала Украина. Там организована аналогичная Комиссия, взявшая на себя в том числе борьбу с недобросовестной рекламой в медицине. Контакты с этой Комиссией установлены, равно как и с международными обществами скептиков, ведущими просветительскую работу с населением в различных странах.

Если говорить о будущем, одна из важнейших задач – возобновление научно-популярных изданий.

Не менее важной задачей является подключение к борьбе с лженаукой Российской академии медицинских наук. Примеры, приведенные в докладе, убеждают в том, что РАМН просто не имеет права оставаться в стороне.

До сих пор Комиссия работала на общественных началах. Однако дело будет идти значительно лучше, если Президиум РАН пойдет на небольшие затраты. У Комиссии должно быть свое помещение при Президиуме РАН, средства связи, 2-3 штатных сотрудника, минимальные финансовые возможности. Что же касается членов Комиссии, то они по-прежнему будут работать на общественных началах.

Лженаука располагает сегодня огромными возможностями. Совершенно ясно, что полностью уничтожить ее – задача нереальная. Однако если наши планы удастся реализовать, у лженауки появятся очень большие трудности, как, впрочем, и у недобросовестных чиновников, строящих свое благополучие на союзе с ней.

## **История радиосвязи как пример развития электронных средств.**

Если разобраться глубже, то радиосвязь (принято ее называть обобщенным словом "радио") началась не с А. Попова и Г. Маркони. Как и многие другие успехи в электричестве и магнетизме, она базируется на изобретениях и открытиях английского физика Майкла Фарадея (1791-1867) и работах выдающегося английского математика и физика Джеймса Клерка Максвелла (1831-1879).

Среди многих открытий Фарадея было разъяснение им в 1831 г. принципа электромагнитной индукции. Обладая даром предвидения, он писал в 1832 г.: "Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса, волн на поверхности возмущенной воды и звука в воздухе имеют родственную основу. Иными словами, я считаю, что теория колебаний будет применима к этому явлению, равно как и к звуку и, весьма вероятно, к свету".

Максвелл был согласен с этим утверждением. Однако наука развивалась медленно, и лишь в 1855 г. он опубликовал статью "О силовых линиях Фарадея", а в 1864 г. дал миру свою ошеломляющую работу "Динамическая теория электромагнитного поля".

Эта статья содержала то, что мы сейчас называем уравнениями Максвелла. Она объясняла все известные явления электромагнетизма, а также предсказывала существование радиоволн и возможность их распространения со скоростью света.

22 ноября 1875 г. американский изобретатель и предприниматель Томас Алва Эдисон (1847-1931) наблюдал, как после возникновения сильной искры между полюсами индуктора в рассыпанных на столе угольных зернах проскакивали искры, он записал тогда в свой дневник о наблюдении "эфирной силы". Но потом как-то забыл об этом. По крайней мере до 1883 г.

В 1887 г. теоретические выводы Максвелла были экспериментально подтверждены немецким физиком Генрихом Рудольфом Герцем (Херцем) (1857-1894). Используя искровой передатчик и рамочную антенну с небольшим зазором (вibrator Герца) в качестве приемника, он передавал и принимал радиоволны в своей лаборатории в Карлсруэ. Более того, он применил отражательное устройство для обнаружения стоячих волн и показал, что радиоволны подчиняются всем законам геометрической оптики, включая рефракцию и поляризацию. Впервые дал описание внешнего фотоэффекта, разрабатывал теорию резонансного контура, изучал свойства катодных лучей и влияние ультрафиолетовых лучей на электрический разряд.

Пионером самой идеи радиосвязи по праву можно считать и болгарского ученого Петра Атанасова (Хаджиберовича) Берона (1800-1871), который в приложении к III тому (с. 906-944) семитомной "Панепистемии" (панепистемия - всенаука, т. е. единая наука существующего мира; французское издание периода 1861-1870 гг. хранится в Национальной библиотеке св. Кирилла и Мефодия в Софии) приводит свой проект беспроволочной передачи сообщений как по суше, так и по воде. Проект

содержал многие технические чертежи будущего беспроводного телеграфа.

Строго говоря, практическая эра радиосвязи берет свой отсчет с 1883 г., когда Эдисон открыл названный его именем эффект, пытаясь продлить срок службы созданной им ранее лампы с угольной нитью введением в ее вакуумный баллон металлического электрода. При этом он обнаружил, что если приложить к электроду положительное напряжение, то в вакууме между этим электродом и нитью протекает ток. Это явление, которое, к слову сказать, было единственным фундаментальным научным открытием великого изобретателя, лежит в основе всех электронных ламп и всей электроники дотранзисторного периода. Им были опубликованы материалы по так называемому эффекту Эдисона и был получен соответствующий патент. Однако Эдисон не довел свое открытие до конечных результатов.

Некоторые критики первой половины XX-го столетия выдавали данный факт за доказательство того, что он был просто настойчивым ремесленником, а не великим ученым. Защищая же Эдисона, историки отмечали, что в то время он был всецело занят многими другими изобретениями и организацией всевозможных производств в области электрорадиотехники: в 1882 г. при его участии была пущена первая электростанция на ул. Пирл-Стрит в Нью-Йорке, и в 1883 г. Эдисон был поглощен многими финансовыми, организационными и техническими проблемами. В последующие годы он создал множество приборов и устройств (в том числе мощные электрогенераторы, фонограф, прототип диктофона, железо-никелиевый аккумулятор и др.)

Тем не менее с 1883 по 1904 гг. не только Эдисон, но и никто другой не догадались использовать вышеуказанный эффект для создания трехэлектродной вакуумной лампы (которую впоследствии, после ее изобретения в 1906 г., для простоты называли всеобъемлющим словом "усилитель"), способной детектировать и усиливать электрические сигналы. Возможно, к этому не было достаточных побудительных мотивов. Правда, изобретение усилителя позволило бы усовершенствовать телефон, что в конце концов и было сделано, однако тогда он успешно работал и без него.

Шотландский изобретатель Александер Грэхем Белл (1847-1922) - профессор физиологии органов речи Бостонского университета - в 1876 г. в США получил патент на изобретенный им телефон, в 1877 г. - патент на мембрану и арматуру, а в 1884-1886 гг. - ряд патентов в области записи и воспроизведения звука.

В 1890 г. француз Эдуард Бранли изобрел когерер - прибор для регистрации электромагнитных колебаний. Правда, в его когерере приходилось каждый раз встряхивать железные опилки.

Автоматизировал этот процесс (присоединил к когереру Бранли встряхивающий его миниатюрный молоток) русский физик-электротехник и изобретатель Александр Степанович Попов (1858-1905/1906). Чтобы повысить чувствительность аппарата А. С. Попов один из выводов когерера заземлил, а другой подсоединил к высоко поднятому куску проволоки -

создав таким образом первую антенну. Это устройство было продемонстрировано 7 мая 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества (РФХО) и вошло в историю как "грозоотметчик", ибо это было первое устройство, специально предназначенное для регистрации дискретных посылок электромагнитных волн, так как в то время еще отсутствовали радиопередатчики и была возможность регистрации посылок атмосферного характера.

12 марта 1896 г. в Санкт-Петербурге, на заседании РФХО А. С. Попов, используя вибраторные антенны с рефлекторами, передал первое радиосообщение, состоящее из двух слов - "Генрих Герц" - на расстояние 250 м. В 1900 г. на Международном электротехническом конгрессе в Париже Попову была присуждена Золотая медаль и диплом Всемирной выставки за аппаратуру беспроволочного телеграфа.

Передача сообщения стала возможной благодаря телеграфной азбуке, которую в 1838 г. изобрел американский инженер-изобретатель Самюэл Финли Бриз Морзе (1791-1872).

Независимо от А. С. Попова в этом же году в Понтецио (возле Болоньи, Италия) итальянский радиотехник и предприниматель Гульельмо Маркони (1874-1937), используя заземленные антенны, передал по радио телеграфные сигналы на расстояние около 2,5 км (2 июля 1896 г. подана патентная заявка и получен патент Великобритании в 1897 г. - "Усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов в аппаратуре").

Признанную ученым миром приоритетность Маркони перед Поповым, видимо, можно объяснить только тем, что Морское ведомство России, где служил Попов, быстро поняло потенциал его изобретения и все работы засекретило.

Внедрение дальней беспроволочной радиотелеграфии заняло еще несколько лет.

В 1898 г. Г. Маркони организовал радиосвязь между Францией и Англией.

В начале 1900 г. аппаратура беспроволочного телеграфа А. Попова (включая его "Телефонный приемник депеш", который в том же году был запатентован в Англии и во Франции, а в 1901 г. - в России) была применена для связи во время работ по ликвидации аварии броненосца "Генерал-адмирал Апраксин" вблизи шведского о. Гогланд и при спасении рыбаков, унесенных на льдине в море. При этом дальность связи достигла 45 км (в 1901 г., в реальных корабельных условиях, А. С. Попов уже получил дальность связи около 150 км).

В том же 1900 г. хорватский изобретатель (в то время гражданин Австро-Венгерской империи) Никола Тесла (1856-1943) продемонстрировал в Нью-Йорке дистанционное радиоуправление модели корабля и публично заявил о возможности передачи электроэнергии через Атлантический океан при помощи радиоволн. В основе его изобретения лежала идея электрического резонанса (что опережало аналогичные идеи Эдисона). Свое

устройство он назвал "Мировая система". Колоссальная металлическая башня должна была аккумулировать электроэнергию и посылать по строго направленному лучу прямо "в руки" потребителю без всяких проводов. Но... известный американский миллиардер Джон Морган не стал финансировать этот проект. Есть версия, что секрет передачи электроэнергии без проводов у Теслы выкупил другой миллиардер - Форд, который опасался громадных убытков от изобретения в своей автомобильной индустрии.

Позднее, это послужило основанием в 1943 г. Верховному суду США принять решение об аннулировании соответствующего патента Г. Маркони, как не приоритетного в этой области. Не так давно американские ученые под руководством Джеймса Корума доказали, что идея Теслы - не такая уж фантастика, он действительно создал такое устройство... Получая награды в честь своего 80-летия, Никола Тесла как-то обмолвился, что он открыл метод выпрямления искривленного пространства и еще некоторые вещи, включая и крайне экономичное производство радия, ценою 2 доллара за килограмм. Также под руководством Теслы уже в 1899 г. была сооружена радиостанция мощностью 200 кВт в шт. Колорадо.

12 декабря 1901 г. Г. Маркони осуществил одностороннюю "радиосвязь" через Атлантический океан - между Полдху (Корнуэлл в Англии, где ныне расположен клуб PARC) и мысом Код (ст. Сент-Джеймс в Ньюфаундленде, где ныне расположен исторический музей Signal Hill - VO1AA/VO1S). В Корнуэлле был установлен передатчик под условным названием "SS", который работал на принципе высокого искрового разряда на большую антенну (20 мачт высотой по 70 м).

4 августа 1903 г. в Берлине собралась Первая международная конференция по радиотелеграфии, решавшая вопросы регулирования и контроля работы радиостанций.

Эта конференция явилась следствием инцидента, который произошел в 1902 г., когда прусский принц Генри - брат кайзера, пытался передать по радио с военного корабля Deutschland президенту США Франклину Рузвельту радиogramму с благодарностью за оказанное гостеприимство. Станция фирмы Marconi, расположенная на о-ве Нантакет, отказалась ее принять, так как корабль был оборудован радиоаппаратурой конкурирующей фирмы.

Конференция приняла постановление, которое гласило: "...каждая станция обязана поддерживать связь с любой другой станцией, не считаясь с тем, какая радиотелеграфная система принята на этой станции".

Таким образом, начав развиваться в XIX веке, в начале XX века радиосвязь настолько усовершенствовалась, что необходимость в хорошем усилителе принимаемых сигналов стала очевидной.

Если первым шагом на пути создания такого усилителя было открытие эффекта Эдисона, то вторым шагом - изобретение английским ученым Джоном Амбрози Флемингом (1849-1945) в 1904 г. вакуумного диода (детектора). Д. Флеминг в 1877-1881 гг. работал под руководством Дж. Максвелла; с 1881 г. - научный консультант лондонской компании Edison



Electric Light, а с 1899 г. - работает в Акционерном обществе Marconi Co. Диод им был изобретен после того, как он узнал в 1884 г. об эффекте Эдисона от самого Эдисона. Д. Флеминг назвал свой термоионный вентиль выпрямителем высокочастотного переменного тока. Он выпрямлял радиочастотные сигналы, но не был в состоянии их усилить.

Третий шаг в создании усилителя был осуществлен американским радиоинженером-изобретателем и предпринимателем Ли де Форестом (1873-1961), который 25 октября 1906 г. подал заявку на выдачу патента (патент от 1907 г.) на трехэлектродную вакуумную лампу - знаменитый аудион. Однако первые его приборы имели очень низкое усиление. Необходимы были дополнительные исследования, чтобы превратить аудион в действительно полезный усилитель.

На это ушло шесть лет. Этим новым устройством стала регенеративная схема американского ученого-радиотехника Эдвина Говарда Армстронга (1890-1954, член клубной любительской радиостанции с позывным сигналом 1BCG), которую он создал на базе аудиона 22 сентября 1912 г., а затем и схему регенеративного приемника (одновременно с другими изобретателями: американцами Ли де Форестом и Ирвингом Ленгмюром, а также немцем Александром Мейснером), на которую в 1913 г. получил патент.

В 1917 г. Армстронг был удостоен американским Институтом радиоинженеров (ИРИ) медали Почета за работы по регенерации и генерации колебаний. Правда, после 20-летнего судебного разбирательства Верховный суд США признал авторитет Фореста в данных работах и Армстронг хотел вернуть медаль ИРИ, но его Совет директоров единогласным решением отказался ее принять и вновь подтвердил ее присуждение Армстронгу. В 1918 г. он создал сверхрегенеративный приемник (и в настоящее время сверхрегенерация еще применяется в приемниках с параметрическим усилением, так как их относительно широкая полоса пропускания, устойчивость и высокое усиление используются для работы в так называемом S-диапазоне - длина волны 10 см), а в 1921 г. - супергетеродинный приемник; он был пионером в области частотной модуляции. Все его изобретения быстро принимались промышленностью, причем часто с нарушением его патентных прав. Из-за многолетних судебных тяжб с фирмой RCA Э. Армстронг трагически покончил жизнь самоубийством.

О необходимости радиосвязи уже никто не сомневался после катастрофы в апреле 1912 г. "Титаника", погибающий радист которого Филип успел передать сигнал SOS, который был услышан и что дало возможность спасти часть пассажиров.

Во время Первой мировой войны все радиопередатчики работали с применением так называемого искрового разряда. Телеграфные сигналы, передаваемые этими станциями, легко перехватывались противником, так как занимали широкий частотный спектр. И вдруг произошло непонятное - все германские радиостанции якобы внезапно замолчали. Среди союзников Антанты разразилась настоящая паника: "Видимо, готовится какое-то наступление и немцы боятся утечки информации!"

Тайну же такого "молчания", разгадал русский ученый Михаил Васильевич Шулейкин, который установил, что немецкие радиостанции вместо применения искрового разряда перешли на передачу незатухающих колебаний на определенной частоте - использовался эффект поющей дуги (открыт ирландским инженером Дудделем, который, по существу, первым в мире применил в радиосвязи колебательный контур).

В 1915 г. был осуществлен исторический эксперимент, когда речевые сигналы успешно передавались из Арлингтона (шт. Вирджиния) в Париж. Экспериментальная система использовала регенеративную схему как в приемнике, так и в передатчике. В аппаратуре стояли лампы со значительно повышенным коэффициентом усиления, которые за счет улучшения вакуума в баллоне создали Ирвинг Лангмюр (фирма General Electric) и Гарольд Арнольд (фирма Western Electric).

Следует отметить, что один из "отцов" радиосвязи Г. Маркони предпочитал, чтобы "краеугольным камнем" его беспроволочного телеграфа оставалась азбука Морзе, а для беспроволочной передачи речи он не видел никакого полезного применения.

В конце сентября - начале октября 1917 г. на кораблях Балтийского флота испытывался радиотелефон системы системы А. Т. Углова, который был изготовлен на Радиотелеграфном заводе Морского ведомства России. Была достигнута дальность радиосвязи в 25 верст.

После окончания Первой мировой войны многие радиолюбители вернулись домой из армии, сохранив большой интерес к радио. В значительной степени он возрос благодаря их знакомству в период нахождения в армии с современными разработками в этой области. Радиолюбители, число которых постоянно возрастало, составили на первых порах основную группу энтузиастов-радиослушателей, а их хобби - послужило "стартом" в развитии мирового радиовещания.

В 1920 г. американский радиолюбитель по фамилии Конрад (его имя и позывной, к сожалению, не известны), работавший в то время на фирме Westinghouse, переделал свою ЛРС, которая была им сконструирована в 1916 г., для работы на передачу в режиме "телефон" и начал вести вещательные передачи. Он объявил, что будет вести их по два часа в вечернее время по средам и субботам. В районе г. Питтсбурга его сообщение было встречено с большим интересом. Местный магазин закупил партию детекторных радиоприемников, которые были быстро распроданы желающим, что подготовило почву для решения о создании вещательной радиостанции.

Харольд Х. Бевередж (1893-1992, позывной W2BML), совместно с Райсом и Келлогом, работая в фирме General Electric, в 1917 г. разработали приемную волновую антенну, которая впоследствии получила название Beverage. В 1920 г. он перешел на работу в RCA. Там в 1928 г. совместно с Х. О. Петерсоном и Дж. Б. Муром он стал соавтором очередного изобретения - разнесенного приема сигналов. В этой системе применялись три антенны, разнесенные на расстояние до 300 м друг от друга. Выпрямленные приемные

сигналы на выходах трех отдельных приемников суммировались на общем сопротивлении нагрузки.

Бевередж был обладателем свыше 40 патентов, лауреатом многих почетных званий и наград - включая и награду Президента США, полученную в 1948 г.

Не достигший еще двадцати лет Харолд Олден Уилер (1903-?, позывной не известен), работая самостоятельно, придумал нейродинную схему приемника. Он не знал о создании Л. А. Хазелтайном в 1918 г. аналогичной схемы, которая тогда еще находилась в стадии патентования. Однако, получив патент, Хазелтайн предусмотрел денежные отчисления в пользу Уилера и пригласил молодого изобретателя работать в свою фирму. За работы по полному математическому расчету нейродинной схемы "Радиоклуб Америки" наградил в 1937 г. профессора Л. А. Хазелтайна медалью "Армстронга". Находясь дома, во время рождественских каникул 1925 г. Уилер создал схему автоматической регулировки усиления (АРУ) для радиоприемников с амплитудной модуляцией, которая обеспечивала практически постоянную громкость в широком диапазоне изменений уровня ВЧ-сигналов. Его схема АРУ была чудом простоты: один ламповый триод, включенный как диод, служил одновременно для детектирования сигнала и для создания смещения, регулирующего усиление. Данное изобретение Уилера было обнародовано в 1926 г. фирмой Hazeline, в которой он проработал на протяжении многих лет.

С этого момента радиосвязь (как и вся радиотехника в целом) стала развиваться более стремительно: супергетеродин, однополосная связь, радионавигация, телевидение и т. д. - все это только часть изобретений первой половины XX века.