

Морозова Елена Германовна, кандидат химических наук

## Введение в естествознание

(учебное пособие)

Рецензент: кандидат геолого-минералогических наук, священник Константин Буфеев

Учебное пособие представляет собой курс естествознания, который может быть использован в системе высшего гуманитарного и среднего общего образования.

Программа учебного курса «Введение в естественные науки», составленная в соответствии с данным учебным пособием, имеет сертификат соответствия.

Книга может быть использована учителями естествознания всех уровней обучения и несомненно будет способствовать систематизации естественнонаучной информации, преподаваемой учащимся, а также формированию у них цельной картины мироздания. Она может служить учебником по курсу «Концепция современного естествознания» для студентов гуманитарных вузов, а также учебным пособием в системе дополнительного образования. Книга будет полезна научным сотрудникам, педагогам, родителям — всем, кого волнуют вопросы содержания современного естественнонаучного образования, его духовной направленности и кого интересуют проблемы: человек и Вселенная, происхождение и смысл жизни, христианство и наука.

Особенность этой книги состоит в том, что она является первым систематизированным изложением основ естествознания с позиций христианского мировоззрения. В книге представлены различные взгляды на происхождение вселенной и на развитие жизни, а читателю предоставлена возможность сделать самостоятельный выбор, тем более, что основы научного метода, данные в настоящем пособии, способствуют выработке у учащихся умения отличать научное знание от ненаучного.

Книга не претендует на полноту представления естественнонаучного материала. С этой целью читатель может обратиться к известным трудам по физике, химии, астрономии, биологии и др. Задача данной книги состоит в том, чтобы помочь читателю самому увидеть, что гармония мироздания неотделима от христианских ценностей.

© Елена Морозова, 2001 © «Паломникъ», 2001 © Обложка, Елена Калинина, 2001

**«Ибо что можно знать о Боге, явно для них, потому что Бог явил им. Ибо невидимое Его, вечная сила Его и Божество, от создания мира через рассматривание творений видимы...» (Послание апостола Павла к Римлянам: 1,19-20).**

### ВВЕДЕНИЕ

История познания человеком окружающего мира, естественно существующего вокруг нас, является историей естествознания. А поскольку процесс познания не прекратится, пока существует наш мир, естествознание как существенная часть науки в целом, всегда будет занимать умы людей.

Естествознание можно определить как науку о явлениях и законах природы или как систему знаний об окружающем мире и деятельности по их достижению. Объектом естествознания является природа, естественный окружающий нас мир, существующий по законам, не созданным активностью людей. Естествознание включает такие основные науки, как физика, химия, биология, астрономия, география и др. Для настоящего времени, в связи с углублением научного знания, характерна дифференциация наук на смежные отрасли, например, физическую химию, химическую физику, геофизику, биофизику, биохимию и многие другие дисциплины. Изложение данных всех этих наук даже в сокращенном виде в одной книге не представляется возможным. Поэтому здесь изложены лишь основополагающие идеи физики, химии, астрономии, биологии в том объеме, который облегчит читателям анализ и обобщение имеющихся у них знаний.

Естественные науки являются составной частью духовной культуры человечества. Появление и развитие науки, как и других элементов духовной культуры таких, как религия, искусство, мораль и др., связано со стремлением человека понять окружающий его мир и свое назначение в нем. Поэтому вопрос о существовании разумного Творца и Его взаимоотношениях с человеком как особой частью творения является одним из основных определяющих мировоззрение человека, в том числе развитие всех областей определяют мировоззрение человека, в том числе развитие области духовной культуры, включая науку. В книге представлен взгляд на окружающий мир с точки зрения ученого христианина в сопоставлении с господствующим в учебной литературе атеистическим мировоззрением. Для людей, которые отказываются от признания существования Творца, характерно искать ответ на тревожащие их вопросы в чем угодно: в создании идеального социального или политического устройства, в развитии экономики, в обращении к мистицизму, в избрании объектов поклонения по своей личной воле, но не в обращении к своему Создателю и не в познании Его (в частности, через творение) с тем, чтобы понять смысл и назначение своей жизни. В книге прослеживается развитие научного знания и взаимосвязь наиболее

распространенных научных представлений в различные эпохи с социальной, экономической и политической обстановкой, начиная с VI века до н. э.

Появление и развитие современной науки не случайно связываются с христианством. Только христиане смогли дать ясный и четкий ответ на вопрос о происхождении человека и вселенной. В творении они узнали черты Творца и прославили Его. Они указали человеку на утерянный смысл жизни и показали путь воссоединения человека со своим Творцом через Иисуса Христа. В результате изучение человеком окружающего мира приобрело глубочайший смысл.

Однако, о науке как самостоятельном элементе духовной культуры мы начинаем говорить лишь с XVII века. Начиная с этого периода, культура человечества подошла к этапу качественных перемен, когда научный метод познания обрел самостоятельную ценность в глазах людей и стал влиять на все аспекты духовной деятельности человечества, а впоследствии даже определять господствующую парадигму.

Настоящая книга рассчитана на широкий круг читателей: на научно-техническую интеллигенцию, студентов, учащихся, всех, кого интересуют проблемы соотношения библейских представлений и современной науки. Она может быть использована в качестве учебного пособия для гуманитарных специальностей вузов и университетов по курсу «Введение в естественные науки» и в качестве учебного пособия при изучении естествознания в старших классах средних школ, для преподавателей естественных наук всех уровней обучения. Знания в объеме средней школы являются достаточным уровнем для ее восприятия.

Об уровне, достигнутом естествознанием в ту или иную эпоху, можно и было судить по тому, какие науки были выделены в качестве объекта, достойного изучения, а также по степени их взаимопроникновения. Наиболее характерной чертой современного естествознания является интеграция наук. Это связано со стремлением людей получить цельное представление об окружающем мире. Стремление к поиску единства в объектах и явлениях природы по-существу отражает вечную ностальгию людей по связи с Творцом, которая была утеряна в результате грехопадения. В отличие от эволюционного взгляда на мир, где вопрос о единстве решается на основе допущений о способности самой материи к самоорганизации от простейших неорганических элементов к сложнейшим живым организмам, их эволюции от простейших материальных элементов к высокоорганизованным формам живых существ, христианское мировоззрение дает естественный ответ на вопрос о единственном источнике и смысле жизни — разумном Творце, едином Боге.

Несмотря на то что автор придерживается христианского мировоззрения, читатели имеют возможность ознакомиться с различными взглядами и теориями и лично сделать выбор.

Книга состоит из шести частей. В первой части определены основные принципы построения научной картины мира характерные для христианского мировоззрения. Они сопоставлены с эволюционными представлениями, которые развиваются в большинстве современных учебников по естествознанию [1, 20, 43 и др.]. Здесь же обозначен христианский подход к структурированию объектов мироздания. Системный подход представлен в этой части не только в качестве основы для изучения объектов и явлений окружающего мира, но и для характеристики науки как системы научной деятельности и определения места науки в системе культуры. Подходы к современной классификации естественных наук намечены на основе особенностей структурных уровней организации материи с учетом ведущих тенденций развития науки — дифференциации и интеграции знания. Здесь же приведены универсальные законы, действующие во вселенной, обобщающие основные законы естествознания. Действие в природе подобных законов с нашей точки зрения служит свидетельством существования разумного Творца.

Во второй части приведен обзор истории естествознания с использованием известных учебных пособий по этому вопросу [20]. Здесь же проведен анализ социальных, политических и религиозных систем и представлений, определявших уровень развития науки и ее положение в системе культуры в различные эпохи, и показано влияние христианства на появление и развитие современной науки.

Третья часть посвящена изложению общепринятых основ научного метода [1, 20]. Материал здесь представлен достаточно полно, так как наука это прежде всего метод. Сейчас в мире очень много идей и теорий, претендующих на звание научных, но в действительности таковыми не

являющимися, поэтому овладение основами научного метода помогает отличить научное знание от ненаучного. В то же время в этой части книги отражена ограниченность метода. В дополнение к имеющимся учебным пособиям по научному методу автор показывает важность мировоззренческих позиций при принятии решений об истинности теоретического знания.

Четвертая часть включает информацию из отдельных областей естествознания характерных для макроуровня организации материи, доступного человеческому опыту. Рассматриваются механическая, термическая, химическая и биологическая формы движения материи. Для данных областей знания рассмотрены основные принципы энергетических изменений. Подбор материалов позволяет получить представление об основных элементах систем макроуровня организации материи, что облегчает их системный анализ. В этой же части обозначен подход к анализу биологических систем.

В пятой части рассмотрены системы микро- и мега-мира, прямое экспериментальное исследование которых ограничено. Поэтому представление о них в основном может быть получено с помощью косвенных методов исследования на основании определенных теоретических представлений. Приведены также известные фактические данные [1, 20, 43] из области физики и астрономии. При этом, как и ранее в системах макромира, представление материала подчинено задаче знакомства читателей с основными элементами систем данных уровней организации материи, их взаимосвязью, энергетическими взаимодействиями и законами. В этой же части книги рассмотрены свойства пространства и времени, поскольку именно в свойствах и взаимодействиях объектов микро- и мега-уровней проявляются особенности этих важнейших абстракций естествознания.

В шестой части проведен сравнительный анализ теорий сотворения и эволюции, базирующихся на мировоззренческих представлениях людей. Приведены некоторые научные факты, подтверждающие истинность Библии, на доверии которой построена теория сотворения. Показаны моральные последствия выбора той или иной теории. Анализ развития науки приводит к заключению, что действительно плодотворная наука может существовать лишь в обществе, базирующемся на христианских ценностях.

## ЧАСТЬ I ОСНОВЫ ХРИСТИАНСКОГО ПОДХОДА К НАУЧНОМУ ПОЗНАНИЮ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА

### Глава 1. РОЛЬ ЧЕЛОВЕКА В МИРОЗДАНИИ И В ПОЗНАНИИ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА

#### Представление о системе научной деятельности

В настоящее время перед нами предстает довольно тщательно выписанная в деталях картина мира, поскольку объем знаний человечества об окружающем мире достаточно велик. Однако известно, что восприятие любой картины человеком зависит от многих факторов. Точно так же результат научной деятельности ученого, который выражается в научных фактах, гипотезах, законах, теориях, научных картинах мира, определяется многими элементами системы научной деятельности.

Система науки включает в себя такие элементы, как субъект, объект, цели, средства, конечный продукт, социальные условия, активность субъекта. Ее состояние на том или ином этапе развития общества зависит от многих факторов.

**Субъектом** науки являются ученые, коллективы и человечество в целом, которые осуществляют сознательную целенаправленную научную деятельность по получению научного знания. Деятельность ученых, их инициативные действия при соответствующем обеспечении (т. е. **активность субъекта**) направлена на изучение явлений, получение законов и теоретических конструкций, являющихся **объектами** научной деятельности. Активность ученых направлена на достижение определенной цели и требует определенных **социальных условий** и средств (т. е. определенных способов и орудий для осуществления этой деятельности). Цель предполагает предвосхищение в мышлении человека необходимых средств для научной работы,

последовательности и результатов научной деятельности. **Конечный продукт** научной деятельности, результат — это итог научной деятельности. Результаты науки многообразны, но все они несут научное знание. Признаками научного знания являются: систематизированность, логическая обоснованность, полнота для данного уровня познания, практическая применимость. Научное знание может быть получено в таких формах, как научные факты, гипотезы, проблемы, законы, теории, научные картины мира. Результаты науки зависят от социальных условий научной деятельности в обществе, государстве. В свою очередь, наука оказывает влияние на все области общественной жизни, что косвенно также является результатом науки. Разные эпохи выдвигали в качестве «двигателя» науки различные общественные явления, например, в древности это была мифология, в античной Греции — философия, в средние века — религия, а для современной науки движущей силой развития является технология. Преобладание того или иного явления на определенных исторических этапах всегда оказывало и оказывает влияние на все области культуры, в том числе на естествознание как неотъемлемую часть науки.

Христианскому подходу к научному изучению окружающего мира свойственно восприятие всех элементов науки сквозь призму библейских ценностей. В основе христианского мировоззрения лежат абсолютные истины открытые, как считают христиане, Самим Богом в Его Слове — Библии и явленные Им на земле в лице Иисуса Христа. Эти истины открываются людям и при изучении сотворенного Им окружающего мира.

Отличительной чертой христианского мировоззрения является признание особой роли человека в мироздании. Первостепенная роль человека в процессе познания видна из анализа системы научной деятельности. Она обусловлена тем, что человек является субъектом науки, осуществляющим процесс познания. Личные качества и мировоззрение человека как субъекта науки влияют на выбор цели и средств научного познания и определяют конечный продукт научной деятельности. В свою очередь, мировоззрение человека зависит от социальных условий его деятельности и связано со всей системой культуры общества.

В соответствии с христианским мировоззрением роль человека в мироздании и в познании окружающего мира обусловлена тем положением, которое определено ему Творцом.

### **Христианский взгляд на значимость человека**

**Антропный принцип** утверждает замечательную приспособленность окружающего мира для существования человека. Например, химический состав атмосферного воздуха, особенности растительного мира, необыкновенные свойства воды, размеры и характер движения Земли, Луны, Солнца и многое другое подчиняются строгому инженерному расчету, обеспечивающему поддержание жизнедеятельности человека и выполнение им особых функций. Факт существования антропного принципа признается всеми учеными, однако его понимание в значительной степени обусловлено мировоззрением. «Идеи обусловленности появления на земле жизни и мыслящего наблюдателя глобальными свойствами вселенной выдвигали А.Л. Зельманов и Дж. Уилер, С. Хогинг и П. Девис. При детальном анализе выяснилось, что свойства нашей вселенной критичны к численным значениям ряда фундаментальных физических констант [67], даже небольшое изменение которых повлекло бы далеко идущие последствия, которые сделали бы проблематичным само существование человечества. Первыми поставили этот вопрос Артур Эдингтон и Поль Дирак» [65]. «Вот еще один пример, проанализированный Ф. Хойлом. Своим «горением» наше Солнце и другие звезды обязаны так называемому «углеродному» термоядерному циклу, в ходе которого из трех ядер гелия синтезируется ядро углерода и выделяются значительные количества энергии. Сама возможность этого цикла обусловлена существованием у ядер входящих в реакцию элементов метастабильных энергетических уровней — резонансов (мы не будем глубоко вдаваться в физику процесса). Отличайся хоть ненамного их расположение от реально существующего в ту или иную сторону — и не пошла бы реакция в одном случае, т. е., грубо говоря, не светили бы звезды или, в другом случае, выгорел бы весь углерод, превратившись в кислород и далее в железо... Ф. Хойл комментирует это так: «Если бы вы хотели образовать углерод и кислород примерно в равных количествах в ходе звездного нуклеосинтеза, то должны были бы задать два уровня резонансов, причем именно там, где эти уровни найдены... Здравая интерпретация фактов дает возможность предположить, что в физике, а также в химии и биологии экспериментировал «сверхинтеллект» и что в природе нет слепых сил,

заслуживающих внимания» [65, 66]. Таким образом, даже материалистически мыслящий автор учебника [65] приходит к выводу о том, что «наша вселенная не является ни единственно, ни даже наиболее вероятной из всех возможных; наоборот, она может быть самой невероятной из всех именно потому, что в ней имеются жизнь и мыслящие существа.

Изучая окружающий мир, ученые приходят к выводу о необходимости существования разумного Творца. Например, профессор В. А. Никитин из Объединенного института ядерных исследований пишет: «Данные физики элементарных частиц и астрофизики можно рассматривать как красноречивое свидетельство наличия Творца Мира, который тщательно подобрал параметры фундаментальных частиц материи с тем, чтобы во вселенной ... создались условия, пригодные для существования...человека... Вероятность возникновения благоприятной среды обитания в результате случайного сочетания свойств фундаментальных частиц материи и их законов... мала. Например, уменьшение разности масс протона и нейтрона на 1 Мэв (т. е. на 0,1 %) приводит к нестабильности атома водорода. Без водорода нет воды и органических веществ [64].

Антропный принцип для христиан является свидетельством особого положения человека в мироздании, верующий человек, наблюдая все новые проявления антропного принципа утверждает в представлении о том, что человек является особой частью Божьего творения, и все элементы мироздания созданы для обеспечения его полной физической и духовной жизни. В антропном принципе проявилась бесконечная любовь Творца к людям. Для обустройства жизни на земле и познания Творца Бог дал человеку возможность изучать окружающий мир и получать необходимые знания. Таким образом, активность человека как субъекта науки обусловлена его божественным предназначением.

Однако, несмотря на то, что Творец открылся человеку и дал способность к творческому познанию, человеческое знание не сравнимо с божественным. Именно стремление уподобиться в своем знании Богу привело человека к грехопадению, в результате которого человечество оказалось неспособным использовать в полной мере данный Богом познавательные возможности.

Признание ограниченности возможностей познания часто является камнем преткновения для гордого ума ученых. Однако, невероятно, чтобы любящий Бог сделал это не для блага человека. Как мы неоднократно наблюдали из библейского повествования, любое действие Творца направлено на восстановление приоритетов в сознании людей.

Ограниченность познания можно рассматривать как разумное действие Творца, направляющее мыслительную активность человека к богопознанию. Существование границы познания ни в коем случае не служило источником пессимизма для основателей современной науки. Например, талантливый и неутомимый исследователь, первым создавший достаточно полную классификацию растительного и животного мира, Карл Линней проделал огромную и очень полезную классификационную работу, распределил «по полочкам» разновидности представителей живой природы, расположил растения и животных в порядке усложнения их строения. Он считал виды растений и животных неизменными и у него не было необходимости искать в видимом различии сложности видов развития, как это сделал позднее Чарльз Дарвин, не отдавший должного Творцу. Когда перед Карлом Линнеем встал вопрос о возникновении видов, который не мог быть решен в рамках использовавшегося им научного метода, он дал на него естественный ответ: «видов столько, сколько их создано Творцом», — писал он в своей знаменитой «Системе природы».

Преувеличение мыслительных возможностей человека с неизбежностью приводит к непризнанию ограниченности всех стандартов, устанавливаемых людьми, и, более, к отрицанию единственности абсолютного божественного стандарта в вечном Создателе — Боге. А без абсолютных стандартов наше мировоззрение полностью зависит от господствующей парадигмы. Меняющиеся же ценности и эталоны не могут служить надежным ориентиром в окружающем нас мире...

Святой Кирилл Александрийский, например [68], настойчиво подчеркивал пределы логического познания: не только Божественная сущность, но и тайны Божьей Воли непостижимы и неведомы для человека и не следует слишком пылливо доискиваться причин и оснований. В своем самобытии Божественная природа недоступна, сокровенна и неумопредставима — не для одних только человеческих взоров, но и для всей твари. Только через рассматривание дел Божьих возможно в некоторой мере восходить к познанию Бога. Но при этом нужно помнить о

бесконечном расстоянии между тварью и Богом, о несоизмеримости беспредельной природы Творца с ограниченностью твари. Оттиск никогда не бывает равен печати, и отражение истины в нашем умопредставлении не тождественно с самой истиною.

Зависимость результатов деятельности ученого от состояния культуры в обществе, которое определяет господствующую парадигму в различные исторические этапы, можно будет наблюдать на примере рассмотрения истории естествознания во второй части книги. В ней приведена краткая характеристика системы культуры, которая может дать представление о многообразии связей ее составных частей и их влиянии на сознание и деятельность людей.

### **Место естествознания в системе культуры человечества**

Наука является частью культуры, поэтому любая научная картина отражает взаимное влияние всех элементов культуры в ту или иную эпоху.

В системе культуры человечества, состоящей из материальной, социальной и духовной культуры, наука включена в систему духовной культуры человечества. Ниже приводятся определения системы культуры и ее элементов [1].

Культура — это система средств человеческой деятельности, благодаря которой программируется, реализуется и стимулируется активность индивида, групп, человечества и их взаимодействий с природой и между собой.

Материальная культура, — это система вещественно-энергетических средств бытия человека и общества. Сюда включены такие элементы, как орудия труда, активная и пассивная техника, физическая культура, благосостояние людей.

Социальная культура — это система правил поведения людей в различных видах общения и специализированных сферах общественной деятельности. Система включает в себя такие элементы, как этикет и разновидности нормативной деятельности (правовой, религиозной, экономической и другой).

Духовная культура — это система знаний, состояний эмоционально-волевой сферы психики и мышления индивидов, а также непосредственных форм их выражений знаков. Универсальным знаком является язык. В систему духовной культуры входят такие элементы, как мораль, право, религия, мировоззрение, идеология, искусство, наука.

Наука — это система сознания и деятельности людей, направленная на достижение объективно истинных знаний и систематизацию доступной человеку и обществу информации. Науку можно подразделить на несколько основных видов наук: гуманитарные, антропологические, технические, обществознание и естествознание.

Гуманитарные науки — это системы знаний, предметом которых выступают ценности общества. К ним относятся: общественные идеалы, цели, нормы и правила мышления, общения, поведения, основанные на определенном понимании полезности для индивида, группы или человечества каких-либо предметных действий.

Антропологические науки — это совокупность наук о человеке, единстве и различии его природных и общественных свойств. Они включают в себя такие науки, как физическая антропология, философская антропология, педагогика, культурная антропология, медицина (300 специальностей), криминология и т. д.

Технические науки — это система знаний и деятельности по практическому использованию законов природы в интересах человека в технологии. Они изучают законы и специфику создания и функционирования сложных технических устройств, используемых индивидами и человечеством в различных сферах жизнедеятельности.

Обществознание — это система наук об обществе как части бытия, постоянно воссоздающегося в деятельности людей. Оно изучает специфику макро и микрообъединений общности людей (социология, демография, этнография, история и др.).

Анализ приведенных определений показывает, насколько сложны и многообразны связи между элементами культуры как по горизонтали, так и по вертикали. Известно также определение культуры как особого, жизненно важного явления общества — его подсистемы. Культура представляет собой систему норм, ценностей, принципов, убеждений и стремлений членов общества — это нормативная система общества. Ее особенности определяют характерные черты естественнонаучной картины мира в ту или иную эпоху.

Цельность христианского мировоззрения в условиях многообразия культурных связей обусловлена его абсолютными ориентирами.

В основе христианского мировоззрения лежит знание о разумном устройстве окружающего мира Творцом и его познаваемости в тех рамках, которые необходимы для обеспечения полной физической, эмоциональной и духовной жизни человека, являющегося особым Божьим творением. Христианское мировоззрение связано с представлением о необходимости познания, его возможности и ценности знания, поскольку, изучая творение, мы познаем Творца.

Основой изучения окружающего мира учеными с любым мировоззрением является принцип системного подхода.

## Глава 2. ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТИ В ПОЗНАНИИ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА

### Особенности христианского представления о системном методе

**Принцип системности** является основополагающим в науке. Это не вызывает возражений у ученых с любым мировоззрением. В современной науке в основе представлений о строении материального мира лежит системный подход, согласно которому любой объект материального мира, будь то атом, планета, организм или галактика, может быть рассмотрен как сложное образование, включающее в себя составные части, организованные в целостность, т. е. упорядоченные, структурированные, иерархически организованные системы. Христиане считают, что основа этого принципа положена Самим Богом в процессе творения. Он четко обозначил системы и их элементы. Например, вначале были сотворены пресмыкающиеся, живущие в воде, и птицы, а затем домашние животные, пресмыкающиеся и звери. Таким образом обозначены системы животного мира и внутри них обозначены системы видов.

Человек занимает особое место в творении. Сотворив человека по Своему «образу и подобию», Творец заложил в нем способность не только к творчеству, но и к богопознанию. Библия свидетельствует нам о том, что на шестой день был создан человек, которому было дано знание и способности, необходимые для того, чтобы управлять системами растительного и животного мира на земле.

Игнорирование библейских ориентиров при определении естественного места объектов и явлений в окружающем нас мире приводит к декларации таких принципов научного познания, как глобальный эволюционизм, самоорганизация и историчность. Последняя обычно понимается как незавершенность творения и невозможность познания окружающего мира. Принципиальная невозможность самоорганизации, возможно, станет очевидной при более тщательном рассмотрении всеобщих законов причины и следствия, сохранения энергии, а также законов молекулярной физики и химии. Об исторических корнях и сущности идей глобального эволюционизма речь пойдет во второй части книги (гл. 2), посвященной истории естествознания.

Коренное отличие этих принципов от христианского подхода к изучению окружающего мира связано с тем, что в их основе отсутствуют абсолютные критерии (все они исходят из отрицания существования Творца, который может служить абсолютным стандартом всего). А поскольку, кроме того, эти принципы не согласуются и со всеобщими законами, которые определяют естественное место каждого объекта и явления во вселенной, то ни о каком строгом системном анализе на их основе не может идти речи. Знание принципов системного анализа помогает избежать ошибочных суждений.

Исходным пунктом всякого системного исследования является представление о целостности изучаемой системы. **Понятие системы** было выработано в науке для обозначения целостности объектов. *Целостность системы* означает, что все ее составные части, соединяясь вместе, образуют уникальное целое, обладающее новыми *интегративными свойствами*.

*Свойства системы* — не просто сумма свойств ее элементов, а нечто новое, присущее только системе в целом. **Систему** можно определить как группу объектов или явлений, составляющих ее элементы, для которых характерно наличие общего признака, который связан с ее наиболее характерными функциональными особенностями. Между элементами системы могут существовать связи по **вертикали** (связи иерархии, соподчинения элементов, которые могут быть выявлены и установлены извне по отношению к их функциональным особенностям) и по **горизонтали** (связи координации элементов, отражающие особенности их функций).

Ошибочные представления о взаимосвязанности и взаимозависимости элементов и о их взаимоподчиненности, иерархичности могут приводить к ошибочным выводам. Например, теория химической эволюции основана на предпосылке о возможности эволюции от простых химических элементов к живым организмам. В результате, несмотря на все основания для системного анализа, заложенные в периодической системе элементов Д. Менделеева, в нарушение представлений о целостности систем, в одну систему объединены *во-первых*, все существующие элементы. («Из более чем 100 известных химических элементов основу всего живого составляют только 6: углерод, водород, кислород, азот, фосфор и сера. Их общая доля в живых организмах составляет 97,4 %. Еще 12 элементов дают примерно 1,6%»). *Во-вторых* все соединения, как органические, так и неорганические. («Мир собственно химических соединений (ныне известно около 8 млн.) не менее диспропорционален, 96% из них — органические соединения, компонентами которых являются все те же 6-18 элементов. Из остальных химических элементов природа создала не более 300 неорганических соединений... Налицо совершенно очевидный отбор тех химических элементов, свойства которых: прочность и энергоемкость образуемых ими химических связей, легкость их перераспределения и т. п., дают преимущество при переходе на более высокий уровень сложности и упорядоченности вещества»). И *далее* все органические вещества без учета особенностей их строения. («Тот же механизм отбора просматривается и на следующем витке эволюции: из многих миллионов органических соединений в построении биосистем заняты лишь несколько сотен, из 100 известных аминокислот для составления белковых молекул живых организмов природой использовано только 20 и т. д.»). В результате авторы [1] приходят к необоснованным заключениям об естественном отборе на стадии химической эволюции.

К далеко идущим последствиям привела также ошибка в выборе определяющего признака для живых организмов. Например, как можно определить, какой из видов удивительного живого мира является более простым, а какой более сложным? Что может быть критерием более высокого положения в так называемой эволюционной цепи развития? Исследования микробиологии показали, что даже считавшиеся ранее простейшими одноклеточные организмы представляют собой невероятно сложную систему функциональных элементов с характерной для каждого из них специализацией и безупречно организованной согласованностью их взаимодействия. Может быть, усложнение организации происходит на генетическом уровне? Если расставить представителей животного мира в «эволюционную цепь» в порядке возрастания количества хромосом, то получается вот такая последовательность.

Вид	Количество хромосом
малярийные плазмодии	2
аскарида конская	4
комар	6
дрозофила	8
комнатная муха	12
окунь	28
норка	30
пчела	32
кошка, лисица, свинья	38
домовая мышь	40
макак-резус, крыса	42
кролик	44
ЧЕЛОВЕК, ящерица	46
буйвол, шимпанзе	48
баран	54
тутовый шелкопряд	56
козел, корова, як	60
осел	62
лошадь, морская свинка	64
цесарка	76
курица, собака	78

голубь, гусь, утка	80
индюк	82
каarp	104
речные раки	116

Таким образом, сперва «были» малярийные плазмодии. За ними «появились» аскарида конская; комар; дрозфила; комнатная муха; окунь, норка; пчела; кошка, лисица и свинья; домовая мышь; макак-резус и крыса; кролик. От последних-то и «произошли» ЧЕЛОВЕК и ящерица... [2].

Ошибки системного анализа, приводящие к искажению объективной картины окружающего мира, часто также связаны с нарушением условия целостности систем. При отсутствии абсолютных стандартов возможен некорректный выбор определяющих критериев принадлежности элементов к той или иной системе и, как следствие, — включение в систему элементов, не принадлежащих данной системе. Например, включение человека в единую систему с животным миром при оценке биологических особенностей основано на представлении о функциях человека и животных как элементах всеобщей эволюционирующей системы и не учитывает определяющих функций человека.

Для корректного объединения элементов в системы и выделения существенных признаков объектов мироздания с целью его научного познания весьма полезным является представление о его структуре.

### **Структурные уровни мироздания**

Понятия пространства, времени, материи и энергии стали привычными для новейшей физики и в сознании современных людей они подобны основным элементам материального мира, «первокирпичикам» мироздания. Представление о «кирпичиках» мироздания настолько укоренилось, что современные апологеты даже в трактовке первых стихов книги «Бытия» пытаются навязать Богу определенную последовательность творения этих «кирпичиков» [3]. Однако, единственным неоспоримым фактом, вытекающим из этих стихов служит то, что Бог является источником существования всего материального мира, который обрел форму и существует благодаря божественной энергии (Быт. 1, 1-3). Бог владеет временем («вначале сотворил»; шесть дней творения по Его Слову) и пространством (область творения и существования материи), поддерживает их существование Своей божественной энергией. Такое представление традиционно для христианского мировоззрения [69]. Пространство, время, энергия — это абстракции, выработанные человеческим сознанием (о чем будет говориться в третьей части книги при рассмотрении научного метода). Они облегчают изучение окружающего мира. Но представление о них как о базовых элементах мироздания не согласуется с христианским представлением о целостности сотворенного мира, тем более, что уже сейчас имеются научные данные о тесной взаимосвязи этих категорий.

Выделение элементов мироздания при их систематизации является вполне оправданным если только они отражают естественную божественную иерархию систем. Корректное объединение элементов системы в естественных науках может быть, например, на основе выделения двух больших классов материальных систем: системы неживой природы и системы живой природы. Такое разделение четко обозначено в книге «Бытия». *В неживой природе* в качестве структурных уровней организации материи выделяют элементарные частицы, атомы, молекулы, поля, физический вакуум, макроскопические тела, планеты и планетные системы, звезды и звездные системы — галактики, системы галактик — метagalaktiki. *В живой природе* к структурным уровням организации материи относят клетки как особый уровень биологической организации, представленные в форме одноклеточных организмов и элементарных единиц живого вещества, и многоклеточные организмы растительного и животного мира. Поскольку естественные науки изучают материальный мир от простых, непосредственно воспринимаемых, человеком материальных объектов до сложнейших глубинных структур материи, выходящих за пределы человеческого восприятия и несоизмеримых с объектами повседневного опыта, естественным является структурирование материального мира по размерности, по уровню его организации. Соотнесение при этом уровней организации материи с масштабами человеческого опыта представляется естественным и с точки зрения христианского мировоззрения в связи с той ролью, которая отведена человеку в мироздании Самим Творцом. В естествознании выделяются три уровня

строения материи.

*Макромир* — мир макрообъектов, размерность которых соотносима с масштабами человеческого опыта. Пространственные величины на этом уровне выражаются в миллиметрах, сантиметрах и километрах, а время — в секундах, минутах, часах, годах. Поведение и свойства физических тел, составляющих макромир, описываются классической физикой, химией, биологией и другими науками. Тела макромира состоят из микрочастиц.

*Микромир* — это мир предельно малых, непосредственно не наблюдаемых микрообъектов, пространственная размерность которых исчисляется от  $10^{-8}$  до  $10^{-16}$  см, а время жизни — от бесконечности до 1024 сек. Это мир микроскопических частиц, для которых характерны преимущественно квантовые свойства. Поведение и свойства объектов и явлений микромира описываются в терминах ядерной физики.

*Мегами́р* — мир огромных космических масштабов и скоростей, расстояние в котором измеряется световыми годами. Это мир звезд, галактик и вселенной, расположенный за пределами Земли. Астрономия и связанные с ней науки изучают эту область естествознания. Хотя на каждом из уровней действуют свои специфические закономерности, микро-, макро- и мегамиры теснейшим образом взаимосвязаны. Об этом свидетельствует хотя бы тот факт, что тела на макро и мегауровнях организации материи образуются молекулами веществ, которые состоят из атомов.

Характер восприятия человеком материального мира всегда отражала классификация знания и науки.

### **Исторические тенденции классификации в естествознании**

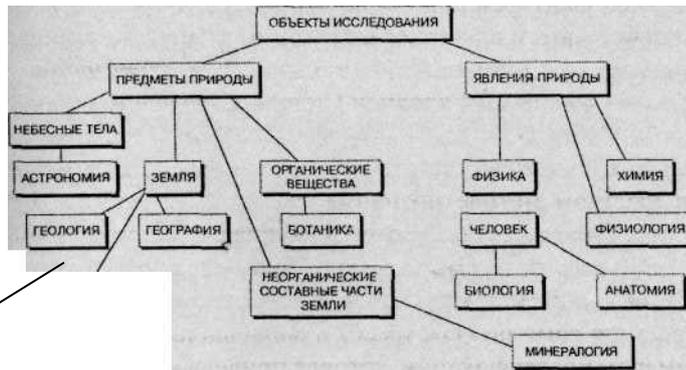
В соответствии с определением науки одной из ее основных задач является систематизация доступной обществу информации. Поэтому выделение отдельных областей знания в качестве самостоятельной науки (классификация науки), а также принципы и уровень систематизации внутри самих научных дисциплин на отдельных исторических этапах служит важным показателем уровня развития научного знания.

Первым примером **классификации знания** для христиан может служить классификация, произведенная Адамом, когда он разделил на отдельные системы домашних животных, птиц и человека и присвоил всем названия. Это явилось также примером *дифференциации* знания, процесса, который характерен для развития науки и который мы сможем наблюдать и в дальнейшем. Пример другого процесса, приводящего к упорядочиванию знаний — *интеграции* мы встречаем во времена древней Греции когда все знание было сведено к одной науке — натурфилософии. Процессы дифференциации и интеграции наук аналогичны анализу и синтезу в научном методе познания (часть III). Именно таким образом произведя аналитическую классификацию наблюдаемых явлений и объектов, т. е. определив место каждого в механических системах, Ньютон открыл свои законы. Классификация сама по себе имеет и *эвристическую ценность*. Примером классификации, которая привела к открытию важнейших закономерностей, может служить периодическая система элементов Д. И. Менделеева.

Особая потребность в классификации наук возникла в связи с ростом научного знания. Во времена Аристотеля насчитывалось около 20 научных дисциплин, а в настоящее время их около 15000. Состояние культуры той или иной эпохи определяет понимание предметов отдельных наук как объектов, достойных самостоятельного изучения. Выделение отдельных областей знания является достаточно субъективным процессом. Использование принципов системного анализа, базирующихся на христианских ценностях, которые имеют объективный характер, на данном этапе могло бы внести реальный вклад в повышение эффективности систематизации научного знания.

Любая современная систематизация научного знания должна учитывать объективное существование двух основных тенденций в развитии современной науки — дифференциации и интеграции.

**Дифференциацию** науки как заметный процесс в культуре, часто связывают с классическим естествознанием XVII века. Ученые этого времени положили начало аналитической стадии изучения природы, которая характеризуется подробнейшей детализацией изучаемой действительности. Уровень дифференциации наук в XIX веке отражает приведенная ниже классификация (рис. 1).



ФИЗИКА  
ЗЕМЛИ

Рис. 1. Уровень дифференциации наук в XIX веке

**Интеграция** научного знания также является ведущей закономерностью современной науки. Она проявляется в современном обществе в следующих формах:

1. В организации исследований на стыке смежных научных областей и вследствие этого — появлении новых научных дисциплин, например, физической химии, химической физики, биохимии, биогеохимии, химической термодинамики и др.
2. В разработке методов, имеющих значение для многих наук, например, методов спектрального анализа, хроматографии, компьютерный эксперимента и пр.
3. В поиске объединительных теорий, принципов, к которым можно было бы свести бесконечное разнообразие явлений природы.
4. В разработке теорий, выполняющих общеметодологические функции в естествознании (например, общая теория систем, кибернетика и проч.)
5. В комплексном характере проблем, решаемых современной наукой, например, экологией.

Процессы дифференциации и интеграции в современной науке являются реакцией на большой объем современного научного знания, служат средством ориентирования в современной науке. Однако самые надежные ориентиры может дать только Творец. Если подойти к изучению мироздания с открытым в Писании представлением о Творце, то все законы мироздания могут выстроиться в довольно стройную систему.

### Глава 3. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ ВСЕЛЕННОЙ

Системное представление наиболее общих свойств и законов функционирования объектов мироздания может способствовать утверждению целостного представления о мироздании. Излагаемые положения связаны с пространственно-временными характеристиками материальных объектов всех уровней организации материи, поэтому автор взял на себя ответственность условно назвать эти обобщения всеобщими законами.

#### **Закон всеобщей целесообразности**

Этот закон утверждает неповторимость и приспособленность каждого из объектов мироздания к существованию в окружающем его мире, а также взаимосвязанность и скоординированность систем объектов между собой. Каждый материальный элемент мироздания находится в гармонии с окружающим миром и абсолютно приспособлен к выполнению своих функций в тех условиях, в которых он существует. Следует отметить, что гармония в мироздании является динамичной. Целесообразность объектов и явлений является их неотъемлемым свойством и реализуется даже в случае изменения окружающих их объектов. В случае изменения внешних условий, например для живых организмов, мы можем наблюдать механизм приспособляемости. В неживой природе также наблюдается отклик на изменение окружающих объектов. Это свойство может быть названо скоординированностью. Во всевозможных проявлениях этого закона мы можем увидеть действие антропного принципа, который говорит о приспособленности всех элементов мироздания для жизни человека. Существование всеобщей функциональности и скоординированности говорит верующему человеку о Создателе, определившем место каждого объекта и явления во вселенной, установившем законы их функционирования и является проявлением любви Творца, Его высочайшего разума и инженерного искусства.

Таким образом, целесообразность всех объектов мироздания заключается в том, что они обеспечивают функционирование других объектов мироздания, находятся с ними в гармонии и созданы на пользу человеку (антропный принцип в мироздании). Верующий человек, кроме того, целесообразность всех тварных объектов в мироздании видит в обнаружении замечательных свойств Творца и тем самым в Его прославлении. Приведенная ниже схема дает ценностную ориентацию и указывает на порядок установления целесообразности того или иного объекта мироздания с точки зрения христианского мировоззрения:

Творец <-> человечество <-> объект познания <-> прочие тварные объекты.

Благодаря гармонии в мироздании и функциональности всех естественных объектов категории природных явлений могут быть расположены в виде естественных упорядоченных систем классификации и возможен их системный анализ, что является основой научного познания.

### **Закон познаваемости мироздания**

Этот закон говорит о возможности систематизации информации об объектах мироздания, а следовательно об их познаваемости. Гармония мироздания, порядок всех природных явлений и возможность их классификации являются основанием для познания их людьми, для развития современной науки так как позволяют получать научное знание. Созерцание гармонии мироздания дает также душевное (познание красоты окружающего мира, являющееся стимулом для развития искусства) и духовное (познание свойств Творца, Его красоты и любви, обращающих людей к Нему) знания о мире. Научное знание, которое является систематизированной информацией требует системного анализа всевозможных связей и отношений объектов мироздания, поэтому те ценностные ориентации, о которых говорилось в предыдущем законе должны быть основой любого познавательного процесса. Научное познание обычно идет по схеме:

эксперимент <-> теория <-> опытная проверка.

Такой последовательный путь характерен для человеческого творчества. Путь Творца совершенно иной. «Мир не так от Создателя создан есть, как человеки созидают. Человеки созидают одно от другого, то есть из какой-нибудь материи дело делают, и то с трудом; но Бог мир сей, то есть небо и землю с исполнением их, из ничего и без всякого труда единым хотением и словом создал...» [71]. В этом лежит источник ограниченности научного метода познания. Например, коренная ошибка теории эволюции состоит в том, что из наблюдения объектов различной степени сложности сделан вывод о происхождении более сложных, по мнению авторов, от менее сложных. Эффективность системного анализа объектов и явлений окружающего мира определяется корректным выбором определяющих для них свойств, по которым проводится анализ. Нижеследующие законы основаны на представлении о том, что важнейшим свойством, по которому следует проводить сопоставление и анализ всех объектов и явлений мироздания является разного вида энергия.

### **Закон сохранения и превращения энергии**

Закон сохранения и превращения энергии можно отнести к числу всеобщих законов мироздания. С тех пор, как была установлена взаимосвязь материи и энергии, есть основание говорить о том, что все, что существует во времени и пространстве представляет собой энергию, и все, что происходит, есть превращение энергии. Энергия может переходить из одной формы в другую, но не может быть ни сотворена вновь, ни уничтожена. При объяснении духовного смысла этого закона можно обратиться к прямой аналогии Всемогущего и Всеведущего Бога с всепроникающей и всем управляющей Силой, что характерно для святоотеческой литературы. «Бог вси созданные вещи знает, и проникает их ... Бог небо и землю исполняет, и на всяком месте есть. И всякий человек, что ни делает, все пред ним делает. Он на всякое наше дело, начинание и помышление смотрит и всякое слово слышит ... Бог есть всемогущая Сила, творящая все, что хочет» [71]. Всеобщий характер энергии и ее неизменность для верующего человека являются свидетельством о единственном и верном Творце. В различного рода взаимодействиях объектов мироздания видна та энергия (химическая энергия, ядерная энергия, тепловая энергия и др.), которая неотделима от материи и благодаря которой возможно движение как элементарных частиц, так и планет по своим орбитам. Все наблюдаемые нами изменения и превращения объектов окружающего мира, которые по сути являются энергетическими превращениями, происходят при наличии внешнего источника энергии. Его значение утверждает следующий закон.

### **Закон всеобщей зависимости от источника энергии**

Все объекты и явления окружающего мира нуждаются во внешнем источнике энергии для поддержания своего функционального состояния. Примером зависимости всего мироздания от источника энергии может служить зависимость всех естественных и рукотворных объектов от движения электронов в атомах. Об этом же свидетельствует невозможность создания людьми вечного двигателя и необходимость внешнего источника энергии для поддержания порядка в системах, что утверждается вторым законом термодинамики.

Зависимость творения от своего Создателя подобна зависимости от источника энергии и вряд ли может вызвать сомнение.

Следующий закон указывает на направленность энергетических превращений.

### **Закон причины и следствия**

Он заключается в том, что каждое явление может быть только результатом более значимой причины. При этом критерием значимости могут быть лишь определяющие функциональные свойства объектов и явлений в однородных системах. Если пользоваться категорией энергии, то этот закон может быть сформулирован следующим образом: для любых изменений пространственно-временных состояний объектов необходим источник энергии больший, чем энергия происходящего изменения. В термодинамике, например, выражением этого представления является второй закон термодинамики, говорящий о том, что тепло переходит от более горячего тела к менее горячему, а не наоборот.

Действие этого закона очевидно и в области духовных понятий: все черты совершенства, которые мы наблюдаем в мироздании должны исходить от более совершенного Творца. Божественная система ценностей дает надежные ориентиры в мире. Например, она помогает в сопоставлении теорий сотворения и эволюции. Системное представление научной информации приводит нас к приведенным выше аксиомам и указывает на теорию сотворения, в то же время, отрицание существования Творца и утверждение самодостаточности природы, характерное для сторонников теории эволюции, вступает в противоречие с законами естествознания. Признание незавершенности окружающего нас мира, видение эволюции во всех объектах и явлениях, признание макроэволюции и изменчивости видов животного мира теорией эволюции делают ее несовместимой с законом целесообразности, утверждающим совершенную приспособленность каждого объекта мироздания к выполнению своих функций и не подтверждаются естественнонаучными данными.

Принцип историчности, которого придерживаются сторонники теории эволюции, противоречит принципу познаваемости мироздания, поскольку он утверждает всеобщую изменчивость и невозможность получения истинного научного знания. Это лишает научное исследование всякой перспективы, а развитие науки стимулирует.

Принятые на веру утверждения теории эволюции о самодостаточности природы, ее способности к самоорганизации противоречат всеобщим законам причины и следствия, зависимости от источника энергии и сохранения и превращения энергии. Природа не нуждается в источнике энергии для разнообразных превращений, превращения энергии представляют собой эволюцию одного вида к другой и причина может быть меньше следствия - таковы следствия эволюционной теории. Все законы естествознания свидетельствуют об обратном.

В основе же христианство мировоззрения лежит знание, явленное Богом миру, и глубокое научное познание мироздания не может противоречить ему; а может являться шагом на пути богопознания, однако, будучи продуктом культуры, мировоззрение подвержено влиянию многих ее компонентов, о которых говорилось выше. Особенности формирования человеческого мировоззрения хорошо видны при рассмотрении истории естествознания.

Вопросы и задания для самостоятельной работы:

1. Дайте характеристику элементов естествознания как науки.
2. Каковы особенности христианского мировоззрения?
3. Приведите примеры систем укажите на связи по горизонтали и вертикали в этих системах.
4. Каковы проявления антропоцентризма в мироздании?
5. Приведите примеры дифференциации и интеграции наук.
6. Перечислите основные всеобщие законы. В чем сущность каждого из них?
7. Ваше представление о науке, религии Пути взаимодействия науки и религии, которые Вы видите

## ЧАСТЬ II ИСТОРИЯ ПОЗНАНИЯ ЧЕЛОВЕКОМ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА

### Глава 1 ПРЕДПОСЫЛКИ ПОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

#### **Натурфилософия — первая попытка людей обобщить знания об окружающем мире**

Возможно, если бы люди не оставили своего Создателя, нам не пришлось бы говорить об истории появления естествознания, поскольку Адаму, как об этом повествует Библия, было дано знание от Бога и способность творчески пользоваться им. К сожалению, грехопадение ограничило возможности познания окружающего мира, и человечеству дано было пройти длинный путь исторических исканий, чтобы стать способным воспринять знание о Боге, явленное Им Самим в лице Иисуса Христа.

*Удаление от Бога тяготило людей во все времена.* Анализ языческих культур древности указывает на состояние их духовного смятения, пессимизма. «Ты должен узнать и убедиться, что оставляя Господа Бога твоего, добровольно обрекаешь себя на бедствие и скорбь», — это библейское пророчество испытывают во все времена все народы. О преходящем характере и бесплодности жизни можно прочесть уже на стенах царской гробницы Древнего Египта:

«Я слышал обо всем, что совершено предками,  
Но теперь стены их распадаются, их места уж более нет,  
Подумаешь, будто их никогда и не бывало».

Полны тяжелой тоски плачи по умершим древних вавилонян. В древней Индии в религиозных книгах секты джайн написано: «Мир живых существ полон горя, несчастья, страдания». И еще: «Обилие страданий — удел живущих»... «не я один стражду: все создания в мире страждут». Специфическим для всего индусского мировоззрения является представление о бесконечных возрождениях или перерождениях для все новых жизней, все новых скорбей и новых смертей.

«Суета сует, суета сует — все суета», — читаем мы в Библии слова царя Соломона. «Возненавидел я жизнь: противны стали мне дела, которые делаются под солнцем; ибо все суета и погоня за ветром», — говорит он. Попыткой найти путь ухода от суеты является учение индийского мыслителя Будды, жившего за 6 веков до явления в мир Христа. Уйти от страдания, суеты, «вырваться из круга перерождений, погасить злую жажду, горячку жизни, успокоится навеки, окончательно, безвозвратно» — вот смысл всей проповеди Будды. Оправдать целесообразность жизни, — а в противном случае даже уйти от жизни, на это были направлены помыслы людей во все времена [5]. Поиск смысла жизни в идеальном социальном, политическом, религиозном устройстве характерен для последующих периодов развития человечества.

**Греки** пытались создавать идеальное **общественное устройство**, основываясь на идее городов-государств, то есть полисов. Город-государство составляли те, кто считался гражданами. Идея полиса лежала в основании всей системы ценностей. Так что, когда Сократ (469-399 до н. э.) был вынужден выбирать между смертью и изгнанием отсюда, где был смысл его существования, он выбрал смерть. Но идея полиса не выжила, оказавшись недостаточной основой для построения общества.

Древней Греции мы обязаны первой в истории человечества формой существования естествознания, так называемой **натурфилософией** (от лат. *natura* — природа) или философии природы. В Древней Греции возникают первые научные сообщества (милетская школа, платоновская академия, пифагорейцы и др.) и в отличие от ряда древних цивилизаций (Египта, Вавилона, Ассирии) именно там обнаруживаются признаки науки. При этом древнегреческие мыслители были, как правило, одновременно и философами, и учеными-естествоиспытателями. Их достижения в математике, механике, астрономии навечно вошли в историю науки. Это был *доклассический этап* в развитии естествознания. Натурфилософия характеризовалась чисто умозрительным истолкованием природного мира, рассматриваемого в его целостности. Господство натурфилософии обусловило такие особенности древнегреческой науки, как абстрактность и отвлеченность от конкретных фактов. Каждый ученый, который одновременно являлся и философом, стремился представить все мироздание в целом, нимало не беспокоясь об отсутствии достаточного фактического материала о явлениях природы. Считалось, что философии — в ее натурфилософской форме — отведена роль «науки наук», ибо она является вместилищем всех человеческих знаний об окружающем мире, а естественные науки являются лишь ее составными

частями. Натурфилософское понимание природы содержало много вымышленного и фантастического. Появление натурфилософии в интеллектуальной истории человечества и очень длительное ее существование объясняется следующими причинами:

1. Когда естественнонаучного знания (в его нынешнем понимании) ещё практически не существовало, попытки целостного охвата, объяснения окружающей действительности были единственным и оправданным способом человеческого познания мира.

2. Вплоть до XIX столетия естествознание было слабо дифференцировано, отсутствовали многие его отрасли. Еще в XVIII веке в качестве сформировавшихся, самостоятельных наук существовали лишь механика, математика, астрономия и физика. Химия, биология, геология находились лишь в процессе становления. В такой ситуации натурфилософия, строя общую картину природы, стремилась заменить собой отсутствующие естественные знания.

Характерной чертой **древнегреческой** натурфилософии является **космоцентризм**. Это проявилось, в частности, в древнегреческой концепции космоса, для которой к тому же характерен налет прежних мифологических представлений о мире. Понятие космоса имело для древних греков существенно иной, отличный от нынешнего понимания смысл. Само слово «космос» первоначально означало «порядок» и применялось к обозначению воинского строя или государственного устройства. Вместе с тем уже в VI-V вв. до н. э. появляется понимание космоса как вселенной, как окружающего человека мира, как природы. При этом космос представлялся древним грекам как своеобразная проекция живой природы или человеческого общества. Это означало, что образ космоса, сложившийся у древних мыслителей, наделялся либо качествами, присущими живым существам (например, рассмотрение космоса в качестве огромного человекоподобного организма), либо социальными качествами, отражавшими социальные отношения тогдашнего общества. Как во вселенной (космосе) древнегреческая философия обнаруживала человека, так и в человеке она увидела вселенную. Космос являлся как бы макро человеком, а человек — микрокосмосом. Такая точка зрения приводила к выводу о слиянии человека и вселенной. Другими словами, между природным миром, представляющимся древнегреческим мыслителям в виде упорядоченного и гармоничного космоса, и человеческим миром нет пропасти. Человек выступает как часть всеобщего космического целого. В нем воплощены все те силы и «стихии», которые образуют космос. Представление о «стихиях» как основных, простейших началах (элементах), из которых слагается космос, возникло уже на первом этапе становления античной натурфилософии.

### **Характеристика отдельных этапов развития натурфилософии**

**Первый этап развития древнегреческой натурфилософии** начинается с VI в. до н. э. Это был период, когда древнегреческая цивилизация обрела господство в обширном регионе, охватывающем юго-восточное Средиземноморье, Малую Азию и часть черноморского побережья. К этому времени завершилось формирование древнегреческих городов-государств, в которых большое развитие получили торговля, ремесленное производство, культурная жизнь. Среди них выделяется Милет — главный город Ионийской колонии в Малой Азии, расположенный на побережье Эгейского моря. Через него проходили важные торговые пути из Греции в Азию. Город этот являлся также крупным культурным и политическим центром, куда устремлялись видные философы, ученые, политические деятели того времени. Сформировавшаяся там **Милетская школа натурфилософии** оставила глубокий след в истории античной культуры. По мере роста производительных сил древнегреческого общества возрастало и значение товарообмена. Появилось и получило развитие денежное обращение. Деньги начали функционировать как всеобщий эквивалент при обмене товаров. Было понятно, что различные по качеству товары можно, сопоставляя друг с другом, привести к общему денежному знаменателю. Эта чисто экономическая идея была затем распространена на природу.

Как уже отмечалось, в рамках древнегреческой натурфилософии появилась мысль о том, что все предметы окружающего мира состоят из **простейших начал («стихий»)**. К таковым чаще всего относили огонь, воду, воздух и землю. При этом утвердилась также точка зрения, что существует, вообще говоря, лишь одно-единственное первоначало, из которого все возникло и все состоит.

Древнегреческий философ *Гераклит Эфесский* (544-483 гг. до н.э.) предлагал, например, в качестве такого первоначала огонь. «Этот космос, — писал он, — единый из всего, не создан

никем из богов и никем из людей, но он всегда был, есть и будет вечно живым огнем, в полную меру воспламеняющимся и в полную меру погасающим» [6]. При этом Гераклит считал, что «все обменивается на огонь и огонь — на все, подобно тому как золото на товары, а товары на золото» [6]. В этом афоризме через сущность товарной экономики раскрывается и античное понимание сущности природы.

Подобным образом понимали основу мироздания и представители вышеупомянутой милетской школы. Ее основатель *Фалес Милетский* (ок. 625-547 гг. до н. э.) полагал, что началом всего существующего является вода. Все возникает из воды и, в конце концов, обращается в воду, — учил он. Нашу землю он сравнивал с островом, плавающим в океане воды. Фалес был одним из первых ученых античности, оставившим определенный след в истории астрономии и математике. Он получил известность благодаря предсказанию солнечного затмения, определению солнцестояний и равноденствий, открытию того, что Луна светит не своим светом. С его именем связывают нахождение способа измерения высоты пирамид по длине их тени. Им были указаны Полярная звезда и ряд созвездий, что послужило руководством для мореплавания. Фалес ввел календарь, определив продолжительность года в 360 дней и разделив его на 12 тридцатидневных месяцев.

Ученик Фалеса *Анаксимен* (ок. 585-524 гг. до н. э.) признавал за основу всего воздух, обладающий способностью разрежаться и уплотняться. Различной степенью его разрежения и уплотнения он объяснял возникновение всех тел окружающего мира. Разрежаясь, воздух становится огнем окружающего мира, сгущаясь — облаками, водой и землей. Движение воздуха, порождающее многообразный мир, происходит вечно.

Другой ученик Фалеса *Анаксимандр* (610-546 гг. до н. э.) пошел несколько иным путем. Он отказался принять за первооснову мира какую-либо из вышеупомянутых четырех «стихий» (т. е. воду, воздух, огонь, землю), ибо считал, что не может быть первоосновой какое-либо состояние материи в ее конкретной, чувственно воспринимаемой форме. Первоосновой мироздания он считал качественно неопределенное мифическое первовещество, которому он дал наименование «апейрон» (в переводе — беспредельное, неопределенное). Анаксимандр полагал, что «апейрон» первоначально представлял собой неопределенную туманную массу, находившуюся в постоянном круговом вращении, из которой в конце концов произошло все многообразие мира. Анаксимандру принадлежала первая в европейской науке попытка дать общекосмологическую картину мира. В этой картине Земля — центр вселенной. Ее опоясывают три огненных кольца: солнечное, лунное и звездное. Эти кольца покрыты воздушной оболочкой и, когда она разрывается, человек видит небесные светила.

В отличие от Фалеса, уподобившего Землю плавучему в океане острову, Анаксимандр утверждал, что Земля пребывает в мировом пространстве, *ни на что не опираясь* (сравните с Библейским представлением (Иов. 26, 7): «Он...повесил землю ни на чем»). По мнению американского исследователя античности Ч. Кана, это было самое значительное достижение научной мысли милетской школы.

Своеобразным итогом взглядов представителей милетской школы и Гераклита явилось учение *Эмпедокла* (483-423 гг. до н. э.), согласно которому природа признается самостоятельно существующей, вечной, а в качестве первоосновы всего ее многообразия выдвигаются четыре элемента или «корня»: земля, вода, воздух и огонь. Эти неизменные «корни» вещей, по мнению Эмпедокла, смешиваясь друг с другом, образуют все богатство природы. Но уже в этот период на смену подобным представлениям о мире приходит стройное по тому времени атомическое учение о природе.

Особое место в науке древней Греции занимал *Пифагор* (582-500 до н. э.), который внес немалый для своей эпохи вклад в развитие математики и астрономии. Помимо всем известной «теоремы Пифагора» на счету этого античного ученого имеется и ряд других научных достижений. К их числу относится, например, открытие того факта, что отношение диагонали и стороны квадрата не может быть выражено целым числом или дробью. Тем самым в математику было введено понятие иррациональности. Имеются упоминания о том, что Пифагор придерживался мнения о шарообразности Земли и ее вращении вокруг собственной оси. Важной отличительной чертой миропонимания Пифагора было учение о числе как основе вселенной. «Самое мудрое в

мире — число», — учил он. Считая, что мир состоит из пяти элементов (земли, огня, воздуха, воды и эфира), Пифагор увязал их с пятью видами правильных многогранников с тем или иным числом граней. Так, Земля, по его мнению, состоит из частиц кубической формы, огонь — из частиц, имеющих форму четырехгранной пирамиды (тетраэдров), воздух — из восьмигранников (октаэдров), вода — из двадцатигранников (икосаэдров), а эфир — из двенадцатигранников (додекаэдров). До нашего времени дошел рассказ позднеримского философа Боэция (480-524 гг. н. э.) о том, что число — основа всего существующего. Как-то, проходя мимо кузницы, Пифагор заметил, что совпадающие удары не одинаковых по весу молотов производят гармоничные созвучия. Вес молотов можно измерить. И таким образом, качественное явление — созвучие — точно определяется через количество. Отсюда Пифагор сделал вывод, что «число владеет вещами». Положив в основу космоса число, Пифагор придал этому старому слову обыденного языка новое значение. Это слово стало обозначать упорядоченное числом мироздание [6]. Ученики и последователи Пифагора (**пифагорейцы**) рассматривали всю вселенную как гармонию чисел и их отношений, приписывали определенным числам особые, мистические свойства, полагали, что, владея всеми вещами, числа могут определять и духовные, в частности, нравственные качества.

**Второй этап развития древнегреческой натурфилософии**, охватывающий V-IV вв. до н. э., был периодом времени между возвышением Афин как города-государства и подчинением Александром Македонским греческих полисов. В этот период в античной натурфилософии завершается господство концепции «стихий» как первоначал мира и возникает новое направление — **атомистика**. Выдающимся представителем новой натурфилософской идеологии атомизма был *Демокрит* (ок. 460-370 гг. до н. э.). Основные принципы его атомистического учения можно свести к следующим положениям:

1. Вся вселенная состоит из мельчайших материальных частиц — атомов и незаполненного пространства — пустоты. Наличие последней является обязательным условием для осуществления перемещения атомов в пространстве.

2. Атомы неуничтожимы вечны, а потому и вся вселенная, из них состоящая, существует вечно.

3. Атомы представляют собой мельчайшие, неизменные, непроницаемые и абсолютно неделимые частицы (слово «атом» в буквальном переводе с греческого означает «неделимый» — последние, образно говоря, представляют собой «кирпичики мироздания»).

4. Атомы находятся в постоянном движении, изменяют свое положение в пространстве.

5. Различаются атомы по форме и величине. Но все они настолько малы, что недоступны для восприятия органами чувств человека. Форма их может быть весьма разнообразной. Самые малые атомы имеют, например, сферическую форму. Это, по выражению Демокрита, «атомы души и человеческой мысли».

6. Все предметы материального мира образуются из атомов различных форм и различного порядка их сочетаний (подобно тому, как слова образуются из букв).

Представляет интерес учение Демокрита о строении вселенной. Из атомов, считал он, образуются не только окружающие нас предметы, но и целые миры, которых во вселенной бесчисленное множество. При этом одни миры еще только формируются, другие — находятся в расцвете, а третьи уже разрушаются. Новые тела и миры возникают от сложения атомов. Уничтожаются они от разложения на атомы. Демокрита отличала глубокая преданность науке. Он говорил, что предпочитает найти одно причинное объяснение какому-либо непонятному явлению, нежели приобрести персидский престол. Учение Демокрита об атомном строении тел, о бесконечности вселенной и множественности ее миров, о вечности, не-уничтожимости движения настолько опережало время, настолько ушло вперед, что впоследствии многие поколения ученых разрабатывали его идеи.

Интереснейшей личностью, отразившей особенности культуры рассматриваемого периода, является греческий мыслитель *Платон* (427-367 гг. до н. э.), который не придавал особого значения экспериментам и полагал, что последние нередко препятствуют умозрительному познанию истины. Он считал, что подлинную сущность предметов и явлений мы не можем увидеть или почувствовать, а можем лишь постичь разумом. Это положение легло в основу западной философии. Некоторые философы считают, что вся история европейской философии

является серией примечаний к философии Платона. Он считал, что при отсутствии общих идей отдельные явления (частицы, фрагменты) теряют смысл. Под частицами мы понимаем самостоятельные предметы, нас окружающие. Целый пляж, например, является частицей. Мы состоим из молекул, и молекулы — это тоже частицы. Мы как личности тоже являемся частицами. Платон говорил о том, что вне зависимости от того, о какого рода частицах идет речь, если не существует общих идей, высших понятий, частицы перестают иметь смысл.

Согласно философии Платона, есть мир Правды, куда нужно бежать отдельной душе или небольшой кучке избранных — истинных философов. А остальной мир так и обречен лежать во зле. Реальной действительностью, по Платону, является вечный мир идей. Во главе этого царства идей возвышается идея Блага или же Бог, создатель, Устроитель мира. В своих произведениях «Пир», «Федра», «Государство» Платон пытается изобразить свои представления о величии и красоте божественной жизни. «Мир должен иметь свое начало. Этим началом является вечный Творец» — пишет Платон в своем «Тимее». Таким образом, человеческая мысль приходит к необходимости существования Творца. Однако, холодный философский Бог Платона не мог наполнить смыслом жизнь людей.

Одним из величайших ученых и философов античности, чья деятельность совпала с афинским периодом развития древнегреческой натурфилософии, был *Аристотель* (384-322 гг. до н. э.). В отличие от Платона, который не придавал решающего значения чувственному опыту, а был убежденным сторонником чисто умозрительного постижения истины, — Аристотель уделял особое внимание именно экспериментальному познанию действительности.

Получив образование в платоновской Академии, Аристотель создал впоследствии в Афинах свою собственную школу — Ликей, завоевавшую большую известность. В круг естественнонаучных интересов Аристотеля входили математика, физика, астрономия, биология. Аристотель явился создателем формальной логики, которую он называл силлогистикой, ибо в основе ее лежали силлогизмы, т. е. такие умозаключения, когда из двух суждений (посылок) вытекает определенное следствие. Среди естественных наук ему удалось достичь наибольших успехов в изучении живой природы и ее классификации. Он определил жизнь как способность к самообеспечению, а также к независимому росту и распаду. В своих исследованиях он упоминает несколько сот различных животных. Причем описывает многих из них с такой точностью и столь детально, что не оставляет сомнения в том, что это — его собственные наблюдения. Многие факты, изложенные Аристотелем, были «переоткрыты» в последующие века. Следуя своему учителю — Платону, он, например, приписывал движению некоторое «врожденное» свойство, заставляющее все на Земле стремиться к своему «естественному месту». Поэтому, считал он, дым поднимается вертикально вверх, а камень падает вертикально вниз. Но несомненной заслугой Аристотеля было стремление к собиранию и систематизации знаний, накопленных в древнем мире. Исходя из своих представлений об отраслях знания, он впервые попытался дать классификацию наук. С точки зрения Аристотеля, следует различать науки: теоретические (где познание ведется ради него самого), практические (дающие руководящие идеи для поведения человека) и творческие (где познание осуществляется для достижения чего-либо прекрасного). Теоретические науки Аристотель разделил на три части: так называемую «первую философию», математику и физику. «Первая философия» посвящена неким высшим началам всего существующего, недоступным для органов чувств и постигаемым лишь умозрительно. В ведении математики находятся взятые в абстракции числовые и пространственные свойства тел. Физика изучает различные состояния тел в природе. Аристотель сразу же противопоставил «первую философию» остальным наукам, отделив ее от наук, изучающих природный мир. Впоследствии, в I в. до н. э., древнегреческий исследователь творчества Аристотеля Андронник Родосский выделил ту часть его учения, которая была известна как «первая философия», и обозначил ее термином «метафизика», т. е. буквально — «то, что следует после физики». С тех пор и вплоть до эпохи Нового времени под метафизикой понималось философское учение о сверхчувственных, недоступных опыту «первичных началах» бытия, т. е. учение, которое имело совершенно иной предмет, чем физика — наука о природе. В истории науки Аристотель известен также как автор космологического учения, которое оказало огромное влияние на миропонимание многих последующих столетий. Космология (учение о вселенной) Аристотеля—геоцентрическое воз-

зрение: Земля, имеющая форму шара, неподвижно пребывает в центре вселенной. Шаровидность Земли Аристотель выводит из наблюдений, сделанных им во время лунных затмений. Эти наблюдения показали круглую форму земной тени, надвигающейся на диск Луны. Только шаровидное тело, каким и является Земля, — объясняет Аристотель, — может отбрасывать в сторону, противоположную солнцу, тень, которая представляется темным кругом на лунном диске. К этому же выводу — о шаровидности Земли — ведет, по мнению Аристотеля, и свойственное Земле тяготение к центру. Как результат этого тяготения должна была получиться шарообразная форма. Аристотель разделял мир на две области, качественно отличающихся друг от друга: область Земли и область Неба. Область Земли имеет в своей основе четыре элемента: землю, воду, воздух и огонь (это те же четыре «стихии», о которых говорили представители натурфилософии до-аристотелевского периода). Область Неба имеет в своей основе пятый элемент — эфир, из которого состоят небесные тела. Самые совершенные из них — неподвижные звезды. Они состоят из чистого эфира и настолько удалены от Земли, что недоступны никакому воздействию четырех земных элементов. Иное дело — Луна и планеты. Они также состоят из эфира, но в отличие от неподвижных звезд подвержены некоторому влиянию, пр крайней мере, одного из элементов, образующих Землю. По мнению Аристотеля, за оболочкой воздуха вокруг Земли находится наиболее легкий из земных элементов — огонь, который помещается в пространстве между Землей и Луной и соприкасается с границей эфира. В отличие от космологических воззрений Демокрита, космология Аристотеля включала представление **о пространственной конечности мироздания**. В этой конечной протяженности космоса расположены твердые кристаллопрозрачные сферы, на которых неподвижно закреплены звезды и планеты. Их видимое движение объясняется вращением указанных сфер. С крайней «внешней» сферой соприкасается «Перводвигатель вселенной», являющийся источником всякого движения. Он не материален. Аристотель обожествляет его и рассматривает как разум мирового масштаба, дающий энергию «перводвигателю» и предопределяющий неизменное положение для всех тел — небесных и земных. Геоцентрическая космология Аристотеля, впоследствии математически оформленная и обоснованная Птолемеем, заняла господствующее положение в космологии не только поздней античности, но и всего периода Средневековья — вплоть до XVI века. Согласно Аристотелю изменение положения одного тела неизбежно влечет за собой изменение расположения других тел в системе. Он обосновал «Лестницу мироздания», на которой живые существа стоят выше неодушевленных тел, например, камней. Человек находится выше животных, а всем миром управляют боги.

**Третий (эллинистический) этап** в древнегреческой натурфилософии — примерно с 330 по 30 гг. до н. э. — начинается с подчинения Александром Македонским самостоятельных городов-государств Древней Греции и завершается возвышением Древнего Рима. В отличие от греков, искавших смысл жизни в идеальном социальном устройстве, римляне надеялись на эффективность **политических** перемен. Во времена Юлия Цезаря (100-44 до н. э.) Рим обратился к авторитарной системе, центром которой был сам император. Непосредственно перед этим сенат уже был не в состоянии поддерживать порядок. Вооруженные банды терроризировали Рим, а нормальное правление стало невозможным из-за бунтовщиков, воюющих за власть. Личные интересы стали преобладать над общественными, усложняя тем самым ловушку, в которую угодили люди. И тогда ввергнутый в отчаяние народ принял авторитарную систему правления. Как пишет Плутарх в «Сравнительных жизнеописаниях», «римляне считали, что единоличная власть есть отдых от гражданских войн и прочих бедствий. Они выбрали Цезаря диктатором пожизненно. Эта несменяемость в соединении с неограниченным единовластием была открытой тиранией.

После смерти Цезаря к власти пришел внучатый племянник Октавиан, которого позже стали называть Цезарем Августом (63 г. до п. Э.-14 г. н. э.). В завещании Юлий Цезарь сделал Октавиана приемным сыном. Великий римский поэт Вергилий (70-19 гг.) был другом Цезаря Августа и написал свою поэму «Энеида» с целью показать, что Август был богом назначенный правитель и что миссия Рима — нести мир и цивилизацию всем народам. Поскольку Октавиан добился установления внешнего и внутреннего мира, соблюдая внешние конституционные формы правления, римляне всех сословий отдали в его руки полную власть, надеясь восстановить и укрепить политическую систему, деловую активность и ход повседневной жизни. После 12 года он

становится высшим религиозным лицом государства, приняв титул Великого Понтифика (*Pontifex Maximus*), и вменяет каждому в обязанность «молиться духу Рима и гению императора». Позднее это стало обязательным для всех народов, входящих в империю, а еще позже власть императоров стала считаться божественной. Цезарь Август пытался ввести моральное и семейное законодательства, последующие римские императоры пробовали осуществить различные юридические реформы и социальные программы. Правители Македонии (Александр, а затем его преемники — Птолемеи) серьезно и внимательно относились к древнегреческой науке. Это отношение диктовалось необходимостью совершенствования техники и технологии ремесленного производства для развития торговли и технического обеспечения войн, которые вели римляне. Новая столица Птолемеев (305-30 гг. до н. э.) стала крупным по тогдашнему времени научным и культурным центром.

Следует отметить, что правители Македонии были, пожалуй, первыми в своих попытках осуществить государственную организацию и финансирование науки. В Александрии в начале III в. до н. э. был создан Мусейон (в переводе с греческого — "храм муз), имевший большое значение для развития науки и игравший роль одновременно научного учреждения, музея и научной школы. Мусейон был связан с упоминавшимся выше афинским Ликеем, основанным еще Аристотелем, а впоследствии возглавлявшимся известным ученым Стратоном.

Одним из крупнейших ученых-математиков рассматриваемого периода был *Евклид*, живший в III в. до н. э. в Александрии. В своем объемистом труде «Начала» он привел в систему все математические достижения того времени. Состоящие из пятнадцати книг «Начала» содержали не только результаты трудов самого Евклида, но и включали достижения других древнегреческих ученых. В «Началах» были заложены основы античной **математики**. Созданный Евклидом метод аксиом лег в основу геометрии, носящей по сей день его имя.

Характерной чертой истории эллинистского периода древнегреческой натурфилософии, так же как и ее предыдущего периода, являются идеи атомистики. Последние получили свое развитие в учении *Эпикура* (324-270 гг. до н. э.). Эпикур разделял точку зрения Демокрита, согласно которой мир состоит из атомов и пустоты, а все существующее во вселенной возникает в результате соединения атомов в различных комбинациях. Вместе с тем Эпикур внес в описание атомов, сделанное Демокритом, некоторые поправки: атомы не могут превышать известной величины, число их форм ограничено, атомы обладают тяжестью и т. д. Но самое главное в атомистическом учении Эпикура — это попытка найти какие-то внутренние источники жизни атомов. Он высказывал мысль, что изменение направления их движения может быть обусловлено причинами, содержащимися *внутри самих атомов*. Это был шаг вперед по сравнению с Демокритом, в учении которого атом считается непроницаемым, не имеющим внутри себя никакого движения, никакой жизни.

Эллинистский период в древнегреческой науке характеризовался также и немалыми достижениями в области **механики**. Первоклассным ученым-математиком и механиком этого периода был *Архимед* (287-212 гг. до н. э.). Он решил ряд задач по вычислению площадей поверхностей и объемов, определил значение числа  $\pi$  (представляющего собой отношение длины окружности к своему диаметру). Архимед ввел понятие центра тяжести и разработал методы его определения для различных тел, дал математический вывод законов рычага. Ему приписывают «крылатое» выражение: «Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю». Архимед положил начало гидростатике, которая нашла широкое применение при проверке изделий из драгоценных металлов и определении грузоподъемности кораблей. Широчайшую известность получил закон Архимеда, касающийся плавучести тел. Согласно этому закону, на всякое тело, погруженное в жидкость, действует поддерживающая сила, равная весу вытесненной телом жидкости, направленная вверх и приложенная к центру тяжести вытесненного объема. Если вес тела меньше поддерживающей силы, тело всплывает на поверхность, причем степень погруженности плавающего на поверхности тела определяется соотношением удельных весов этого тела и жидкости. Если вес тела больше поддерживающей силы, то оно тонет. В случае же, когда вес тела равен поддерживающей силе, это тело плавает внутри жидкости (как рыба или подводная лодка). Архимеда отличали ясность, доступность научных объяснений изучаемых им явлений. Нельзя не согласиться с древнегреческим мыслителем Плутархом, который писал: «Если бы кто-либо попробовал сам

разрешить эти задачи, он ни к чему не пришел бы, но, если бы познакомился с решением Архимеда, у него тотчас бы получилось такое впечатление, что это решение он смог бы найти и сам — столь прямым и кратким путем ведет нас к цели Архимед» [7]. Научные труды Архимеда находили приложение в общественной практике. Многие технические достижения того времени связаны с его именем. Ему принадлежат многочисленные изобретения: так называемый «архимедов винт» (устройство для подъема воды на более высокий уровень), различные системы рычагов, блоков, полиспастов и винтов для поднятия больших тяжестей, военные метательные машины. Во время второй Пунической войны Архимед возглавлял оборону своего родного города Сиракузы, осажденного римлянами. Под его руководством были изготовлены весьма совершенные по тому времени машины, метавшие снаряды и не позволявшие римлянам овладеть городом. Когда же осенью 212 г. до н. э.

Сиракузы были все же взяты римлянами, Архимед погиб. Существует легенда, что перед смертью он сказал собиравшемуся его убить римскому солдату: «Только не трогай моих чертежей». Архимед был одним из последних представителей естествознания Древней Греции. К сожалению, его научное наследие долго не получало той оценки, которой оно заслуживало. Лишь спустя более полутора тысяч лет, в эпоху Возрождения, труды Архимеда были оценены по достоинству и получили дальнейшее развитие. Первый перевод трудов Архимеда был сделан в 1543 году — в том же году, когда вышел в свет основополагающий труд Николая Коперника, совершившего переворот в миропонимании.

**В древнеримский период античной натурфилософии было выдвинуто значительно меньше идей, чем в истории Древней Греции.** В Древнем Риме было немало талантливых натурфилософов, внесших определенный вклад в прогресс естествознания. Одним из наиболее известных натурфилософов-атомистов Древнего Рима был *Тит Лукреций Кар* (Лукреций), живший в I в. до н. э. Его философская поэма «О природе вещей» является важным источником, содержащим много интересных сведений об атомистических воззрениях Демокрита и Эпикура. Они особенно ценны, поскольку из сочинений последних до нас дошли лишь немногие отрывки. Лукреций высказал мысль о вечности материи. Вещи временны, они возникают и исчезают, распадаясь на атомы — свои первичные составные части. Атомы же вечны, и их количество во вселенной всегда остается одним и тем же. Отсюда вытекал вывод о вечности материи, которую Лукреций отождествлял с атомами.

Из сочинений древнеримского периода, посвященных естественнонаучным вопросам можно также упомянуть сочинения Аннея Сенеки, Паппа Александрийского, Диофанта, Манилия. Все они написаны в литературной форме, т. е. в виде диалогов, поэм, энциклопедий. Сочинение Сенеки содержит сведения по физике, метеорологии и географии. Поэма Манилия касается астрономии. А сочинения Паппа Александрийского и Диофанта посвящены главным образом математике.

Говоря о состоянии естествознания в эпоху Древнего Рима, необходимо особо отметить натурфилософское наследие Клавдия Птолемея (ок. 90-168 г. н. э.). Большую часть своей жизни он провел в Александрии и фактически может считаться древнегреческим ученым. Но его научная деятельность протекала в период, когда Римская империя находилась в расцвете и включала в себя территорию Древней Греции. Птолемей по праву считается одним из крупнейших ученых античности. Он серьезно занимался математикой, увлекался географией, много времени посвящал астрономическим наблюдениям. Главный труд Птолемея, носивший название «Математическая система», определил дальнейшее развитие астрономии более чем на тысячелетие. В период упадка александрийской школы греческий оригинал этого сочинения был утерян. Сохранился только его арабский перевод, который много позднее, уже в XII веке, был переведен на латинский язык. Поэтому книга Птолемея дошла до нас под арабским названием «Альмагест». В этой книге нашла отражение колоссальная работа, сделанная Птолемеем по созданию первой математической теории, описывающей движение Солнца, Луны, а также пяти известных тогда планет на видимом небосводе. В своем «Альмагесте» Птолемей рисует следующую схему мироздания: в центре вселенной находится неподвижная Земля. Ближе к Земле находится Луна, а затем следуют Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн. Объясняя данный порядок планет, Птолемей исходил из предположения, что чем быстрее движется планета, тем ближе к ней Земля.

Геоцентрическая система мира, на обоснование которой Птолемей потратил немало сил, просуществовала после его смерти чрезвычайно долго — целых 1375 лет — вплоть до опубликования знаменитого труда Н. Коперника, заменившего эту систему на гелиоцентрическую. В послекоперниковскую эпоху Птолемея вспоминают главным образом как автора отвергнутой наукой системы мира.

Римская цивилизация является прямой предвестницей современного западного мира. От первых завоеваний Римской Республики и до сего дня ее юридические и политические идеи оказывали на европейскую науку и на весь западный мир сильнейшее влияние? Рим был велик во многих отношениях, но он не располагал ответами на коренные вопросы, стоящие перед человечеством. Мышление римлян и их культура складывались под сильным влиянием греческой философии, особенно с тех пор, как в 146 году до Рождества Христова Греция подчинилась римскому владычеству. И греки, и вслед за ними римляне пробовали создать общество, основанное на почитании сонма богов. Но богам этим недоставало величия, так как они были конечны, ограничены. Даже собранные вместе, боги эти не достигали бесконечности. Фактически боги греческого и римского мышления походили на людей, с преувеличенными по сравнению с обычными человеческими способностями и в принципе ничем не отличались от живых мужчин и женщин. В качестве одного из тысяч примеров можно вспомнить статую Геркулеса, изображенного пьяным и отправляющим малую нужду. Геркулес был покровителем Геркуланума, разрушенного одновременно с Помпями. Боги являли собой приумноженные человеческие свойства — не свойства божественные. У римлян, как и греков, не было бесконечного бога. Из-за этого у них в мышлении отсутствовала необходимая точка отсчета, то есть у них не было чего-то достаточно большого и постоянного, с чем можно было бы соотносить мысли и бытие.

Соответственно, и их система ценностей была не настолько прочной, чтобы выдерживать давление бытия, как в личном, так и в политическом отношении. Все их боги, взятые вместе, не давали им достаточной основы для жизни, морали, ценностей и главных решений. Эти боги находились в зависимости от общества их создавшего, и, когда общество распалось, боги пали вместе с ним. Таким образом, и греческий, и римский эксперименты в области социальной гармонии, основанные на идеях идеального социального и политического устройства, провалились, а человекоподобные боги были слабой основой, и Рим пал. Закат Римской империи совпал с приходом Христа в мир.

Слабая жизнеспособность римской культуры только подчеркивала силу христианского мировоззрения. Христиане оказались способными противостоять смешению религий, разнородных культов и верований. Сила христианства основывалась на знании о Боге который Сам пришел в мир и открыл Себя людям. Христиане получили всеобщую, абсолютную систему ценностей, благодаря которой можно жить и по отношению к которой можно судить об обществе.

### **Особенности развития познания с появлением христианства**

Приход Христа в мир, вернувший человечеству смысл жизни, дал новый импульс процессу познания, придал особый смысл изучению Божьего творения. Последовавшая за этим важнейшим событием в истории человечества эпоха **Средних веков** в Европе характеризовалась ростом церкви и усилением её влияния на всю духовную жизнь общества. Однако, внедрение христианства в культуру человечества в свою очередь привело к искажению христианского учения рядом церквей под влиянием языческой культуры. В них начали появляться приметы человеческой ограниченности: церковной власти оказывалось все большее предпочтение перед учением Библии. Стало все сильнее утверждаться представление о спасении, основанное на человеческих оценках значимости Христа, а не на Нем Самом. Все эти человеческие элементы культуры в принципе объединял один и тот же подход — присваивание человеком того, что принадлежит Богу.

На протяжении эпохи Средневековья появлялись все новые и новые поколения ученых, стремившихся к познанию природы. Усиление средневековых государств служило стимулом к развитию науки. Историческим примером этого служит для нас средневековое государство Карла Великого, при котором власть церкви сравнялась по масштабу с государственной властью. Ученые этого периода испытывали воодушевление. Ремесленное производство интенсивно развивалось. Во второй половине XI и XII веке возникла волна деловой активности, которая заложила основу для взрыва средневековой культуры в тринадцатом столетии. Росло население, происходило

объединение деревень, поднявшее эффективность сельского хозяйства, планировка городов начала приобретать удобную прямоугольную форму. Даже крестовые походы способствовали экономическому развитию. К 1100 году повсеместно распространился тяжелый плуг, который историки называют революцией в обработке земли. Итальянские города богатели в торговле с Востоком, а фламандские — благодаря развитию текстильной промышленности. Постепенно города освобождались от феодальных пут, в разной мере добиваясь политических свобод, олицетворением которых стали городские ратуши, возводившиеся в XIII и XIV веках. Помимо роста церкви, развития государственности и производства важным показателем развития культуры в период средневековья явилось появление первых университетов.

Большую роль в подъеме западной христианской науки сыграли Парижский, Болонский, Оксфордский, Кембриджский и др. университеты, которые стали образовываться, начиная с XII века. К концу XIII века они существовали в Париже, Орлеане, Тулузе, Монпелье, Кембридже, Оксфорде, Падуе, Болонье, Неаполе, Салерно, Саламанке, Комбре и Лиссабоне. Эти университеты первоначально предназначались для подготовки духовенства, но в них уже тогда начинали изучаться предметы математического и естественнонаучного направления, а само обучение носило, более чем когда-либо раньше, систематический характер. Стали использоваться письменные формы местных языков. Часть Библии была, например, переведена на французский. Вместе с тем научные знания этой эпохи ограничивались в основном познанием отдельных явлений и легко укладывались в умозрительные натурфилософские схемы мироздания, выдвинутые еще в период античности (главным образом в учении Аристотеля). В таких условиях наука еще не могла подняться до раскрытия объективных законов природы. Естествознание — в его нынешнем понимании — еще не сформировалось. Оно находилось в стадии своеобразной «преднауки».

В XIII веке в европейской науке начались экспериментальные исследования и продолжалась дальнейшая разработка статики Архимеда. Здесь наиболее существенный прогресс был достигнут группой ученых Парижского университета во главе с *Иорданом Неморарием* (вторая половина XIII в.). Они развили античное учение о равновесии простых механических устройств, решив задачу, с которой античная механика справиться не могла, — задачу о равновесии тела на наклонной плоскости. В XIV веке в полемике с античными учеными рождаются идеи, начинают использоваться математические методы, т. е. идет прогресс подготовки будущего точного естествознания. Лидерство переходит к группе ученых Оксфордского университета, среди которых наиболее значительная фигура — *Томас Брадвардин* (1290-1349). Ему принадлежит трактат «О пропорциях» (1328 г.), который в истории науки оценивается как первая попытка написать «Математические начала натуральной философии» (именно так почти триста шестьдесят лет спустя назовет свой знаменитый труд Исаак Ньютон).

Искажения христианства в период средневековья были связаны, в основном, с влиянием греческой и римской культуры. Интересной личностью, отразившей особенности эпохи позднего Средневековья, является *Фома Аквинский* (1225—1274). Его деятельность положила начало уравниванию в правах Откровения и человеческой мысли. Фома Аквинат был доминиканским монахом. Он учился в университетах Неаполя и Парижа, а в последнем позднее преподавал. Для своего времени он был выдающимся теологом, и его идеи все еще являются преобладающими в некоторых кругах Римской католической церкви. Аквинат считал, что человек восстал против Бога и был низвержен, но представление философа о грехопадении было неполным. Он полагал, что человек был низвержен не во всей своей целостности. По мнению Фомы Аквината, человеческая воля была повреждена, но грехопадение не отразилось на способности человека мыслить. Таким образом, люди могут вполне полагаться на свой человеческий разум, а это означает, что допустимо сочетать библейское учение с учениями нехристианских философов. Среди греческих философов Фома Аквинат особенно выделял Аристотеля. В 1263 году Папа Урбан IV запретил изучение Аристотеля в университетах. Аквинату удалось добиться включения его имени в учебные программы, и, таким образом, древняя не христианская философия была восстановлена в правах. Чтобы увидеть, к каким это привело результатам, полезно взглянуть на находящуюся в Ватикане фреску Рафаэля (1483-1520) «Школа в Афинах» (ок. 510), тогда станут понятны некоторые из увлечений и споров в период Ренессанса. Рафаэль изобразил Платона, который указывает пальцем вверх, то есть отсылает собеседника к области абсолютного и идеального. Аристотель по контрасту

изображен опускающим руку с широко расставленными пальцами вниз, к земле, как бы указывая на область частного. Под частным мы подразумеваем отдельные вещи нас окружающие: стул — есть частное, так же как и каждая его молекула, и так далее. Отдельный человек тоже является частным. Фома Аквинский утвердил в философии позднего средневековья эту аристотелевскую идею отдельных элементов-частиц, что подготовило почву для гуманистических идей Ренессанса.

**Эпоха Возрождения** помещала в центр мироздания независимого человека. Это был период конца XV-XVI вв., ознаменовавший переход от Средневековья к Новому времени, характеризовшийся возрождением культурных ценностей античности (отсюда и название эпохи), расцветом искусства, утверждением идей гуманизма. Однако этот гуманизм отличен от христианского понимания гуманизма. В Библии также изложены истины о человечестве. Библейское учение придает смысл всем частицам вселенной и особенно — частице, которая наиболее важна для людей, а именно: личности каждого человека, который еще более возвышается от обращения к своему Творцу. Гуманизм же философов этого периода, исходивший в своих представлениях из центрального положения человека в мире, в конце концов не смог найти реального смысла человеческого существования.

**Движение Реформации**, во времени пересекавшееся с Возрождением, возникло как ответ на искажение первоначальных христианских ценностей, в частности, католической церковью. К сожалению, в борьбе за чистоту церкви реформаторы отказались от богатого духовного наследия церкви, которое было накоплено к этому историческому периоду.

О высоком интересе к познанию окружающего мира в период конца XV и XVI веков, об оживлении научной деятельности в этот период говорят нижеследующие даты и факты. Леонардо да Винчи жил между 1452 и 1519 годами. Астроном Коперник жил между 1473 и 1543 годами и в 1530 г. обнародовал предварительные выводы своей теории, утверждая, что Земля вращается вокруг Солнца, а не наоборот. В сороковых годах шестнадцатого столетия произошли три важных события: во-первых, была посмертно опубликована работа Коперника «Об обращениях небесных сфер»; во-вторых, Везалий выпустил свой труд «О строении человеческого тела»; в-третьих, в 1544 году в Базеле вышло первое издание собрания сочинений Архимеда в латинском переводе. В этих трудах излагались некоторые математические методы, существенные для развития современной науки. В 1609 году Галилей начал пользоваться только что изобретенным телескопом, и то, что он увидел и описал, доказывало, что Аристотель ошибался в своих заключениях об устройстве вселенной. Галилей не был первым, кто опирался на данные эксперимента. Датчанин Тихо Браге (1546-1601) пришел в результате наблюдений к тем же выводам, но Галилей публично объявил о своих открытиях еще при жизни и на родном языке, так что им написанное все могли прочитать. Совокупность всех вышеупомянутых фактов свидетельствует о развитии познавательной активности людей в период конца XV и XVI веков.

## Глава 2 ПОЯВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

### Предпосылки появления современной науки

Зарождение современной науки часто связывают с именами Коперника и итальянца Везалия (1514—1564). Это вовсе не снижает заслуг многих ученых, живших ранее, которые внесли существенный вклад в накопление научного знания. И греки, и арабы, и китайцы обладали глубокими знаниями о мире. Тем не менее, в Китае существовало мало общих научных теорий, основанных на этих знаниях, а средневековая наука в качестве высшего авторитета в основном принимала Аристотеля. В арабском мире происходило множество дискуссий на эти темы, но, кажется, принципы постижения вселенной сформировались там на основе смешанного влияния учения Аристотеля и неоплатонизма. Арабские ученые проделали замечательную работу, особенно в области математики — например, в тригонометрии и алгебре, а также в астрономии. Омар Хаям (ок. 1048—ок. 1122), который более известен как автор книги «Рубайат», вычислил длительность солнечного года и внес огромный вклад в развитие алгебры. Но у арабов, так же как и у европейцев Средневековья наука считалась одной из отраслей философии, и в ней целиком господствовали традиции философов, в особенности — Аристотеля. То есть, средневековая наука основывалась скорее на авторитетах, чем на наблюдениях. Она развилась не путем экспериментов,

а с помощью логических построений, хотя и существовали значительные исключения.

Основания современной науки были заложены в Оксфорде, где ученые подвергли критическому разбору учение Фомы Аквинского, доказывая, что Аристотель — основной авторитет, на который опирался Фома, — отчасти заблуждался в отношении феномена природы. В группе этих оксфордских ученых был Роджер Бэкон (1214-1294). Однако наиболее заметный вклад внес Роберт Гроссетесте (ок. 1175-1253), который представил философские основы для отхода от аристотелевской науки. Лидером в критике аристотелевских концепций в XV-XVI вв. являлся университет в Падуе.

При образовании Лондонского Королевского Научного Общества, основанного в 1662 году, большинство его членов были верующими христианами. Джордж Тревельян (1876— 1962) в «Истории английского общества» (1942) писал: «Роберт Бойль, Исаак Ньютон и другие члены раннего Королевского общества были религиозными людьми... именно они сделали понятными для умов своих соотечественников идею закономерности вселенной и разработали научные методы исследований, направленных на отыскание истины». Плодотворные научные исследования, по существу, требуют христианского (сознательного или несознательного) взгляда на мир — мир, где соответствующие причины приводят к соответствующим следствиям; где природные явления подчинены твердо установленным и разумным законам; и где мы можем быть уверенными в своей способности мыслить рационально и целесообразно. В рамках концепции мира, созданного разумным Творцом, ученые могли работать уверенно, в надежде, что им удастся познать вселенную методом наблюдений и экспериментов. Такой мир предполагает не хаотичное начало, но начало, управляемое великой мыслью и волей, разумную Первопричину, великого Законодателя. Если Бог, создавший вселенную, Сам открыл собственные качества, то и у науки, следовательно, есть достаточные основания для изучения вселенной.

Многие современные ученые, хотя они и не являются сторонниками божественного начала в мироздании, тем не менее, смогли разглядеть христианские корни современной науки. Например, энтомолог Стэнли Бек признал, что «первая из недоказуемых предпосылок, на которой основывается наука, — это вера в то, что мир объективно существует и человеческий ум способен понять его истинную природу... Второй и наиболее известный постулат, лежащий в основании структуры научных знаний — это закон причины и следствия. Поскольку мир был создан разумным Богом, они без труда отыскивали взаимосвязь между наблюдателем и наблюдаемыми предметами — т. е. между субъектом и объектом. Третья основная научная предпосылка — убеждение, что природа едина» [8].

Альфред Норт Уайтхед (1861-1947) и Роберт Оппенгеймер (1904-1967) настаивали на том, что современная наука родилась из христианского мировоззрения. Уайтхед был широко признанным математиком и философом, а Оппенгеймер, после того как в 1947 году стал руководителем Института Новейших Исследований в Принстоне, помимо трудов в своей собственной области — ядерной физике — написал множество работ по самому разнообразному спектру проблем. Ни один из них не был христианином, и не считал себя таковым, и тем не менее оба прямо признали, что современная наука выросла из христианских взглядов на мир. Оппенгеймер, к примеру, писал об этом в статье «О науке и культуре» в журнале «Энкаунтер» за октябрь 1962 года. В Гарварде, в цикле лекций, озаглавленном «Наука и современный мир» (1925), Уайтхед говорил, что христианство является матерью науки, поскольку «средневековые настаивали на разумности Бога». Уайтхед говорил также об уверенности «в явной разумности личного существования». Говорил он в этих лекциях и о связанной с разумностью Бога «исключительной верой (первых ученых) в то, что каждое конкретное явление может быть соотнесено с предшествующим совершенно определенным образом, что являет собой пример общих принципов».

Френсис Шеффер [9] пишет: «...не одни лишь христиане способны создавать прекрасное в искусстве или испытывать порывы вдохновения в научном творчестве. Творческое вдохновение определяется тем фактом, что человек создан по образу и подобию Божьему, по образу Великого Творца — независимо от того, отдает ли себе в этом отчет индивидуальная личность, и даже вопреки тому, что ныне образ Божий в людях искажен. Человек, в противоположность нечеловеку — способен к творчеству, и личное мировоззрение проглядывает в любом творении. Это относится и к творческому вдохновению в науке. Мировоззрение определяет, в каком направлении это

вдохновение станет развиваться, и — станет ли оно развиваться вообще или иссякнет». Не все ученые, о которых идет речь, были последовательными христианами, но христианская система мышления первых ученых давала им «веру в возможности науки». Позднее христианская основа была утрачена, но уже создались традиции и инерция, хотя науку может двигать вперед прагматическая необходимость в техническом развитии и даже инициатива государства. Таким образом, в христианском мировоззрении существуют основания для научного познания. К сожалению, со временем метод обрел самостоятельную ценность, и христианская система ценностей оказалась не востребованной современной наукой. Об этом свидетельствует анализ этапов развития науки.

### Этапы развития науки

Понятие «*парадигма*» оказалось весьма эффективным в выделении этапов науки. В методологию развития науки его ввел американский историк и философ Т. Кун в 60-х гг. нынешнего века. Буквальный смысл этого слова — образец. Это система предписаний, задающих характер видения мира. В парадигме содержатся общепринятые образцы решения конкретных проблем. Она определяет дух и стиль научных исследований. По словам Т. Куна, парадигму составляют «...признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают модель постановки проблем и их решений научному сообществу» [10]. Признанная научным сообществом, парадигма на долгие годы определяет круг проблем, привлекающих внимание ученых, является как бы официальным подтверждением подлинной «научности» их занятий. К парадигмам в истории науки Т. Кун причислял, например, аристотелевскую динамику, птолемеевскую астрономию, ньютоновскую механику и т. д. Система науки развивается в рамках той или иной парадигмы. Смена парадигмы обычно приводит к изменению трактовки известных фактов, теорий, методов. Например, наблюдаемый факт движения Солнца по небосводу поддается нескольким интерпретациям, в том числе и существовавшей ранее — гелиоцентрической.

Момент перехода от одного способа объяснения (теории) к другому объяснению, приводящий к смене парадигмы, есть *научная революция*. Множество теорий, в совокупности описывающих известный человеку природный мир, синтезируются в *единую научную картину мира*, целостную систему представлений об общих принципах и законах устройства мироздания. О радикальном перевороте (революции) в области науки можно говорить лишь в том случае, когда налицо изменение не только отдельных принципов, методов или теорий, но непременно **всей** научной картины мира. Научная картина мира представляет собой обобщенное, системное образование, поэтому ее радикальное изменение нельзя свести к отдельному, пусть даже крупнейшему научному открытию. Последнее, однако, также может привести к научной революции, если благодаря ему возникнет цепная реакция, которая приведет к серии научных открытий, которые и составят новую научную картину мира. В этом процессе наиболее важны открытия в фундаментальных науках, в частности в физике и космологии. В истории развития науки вообще и естествознания, в частности, обычно выделяют три научных революции. Если их обозначить именами ученых, сыгравших в этом наиболее заметную роль, то три глобальные научные революции могут именоваться: *коперниковской, ньютоновской и эйнштейновской*.

Длительный процесс становления современного естествознания начался с первых двух глобальных научных революций, происходивших в XVI-XVII вв. и создавших принципиально новые по сравнению с античностью и средневековьем представления о мире.

*Первая научная революция* произошла в XVI-XVII вв. Она связана с радикальным изменением миропонимания, которое явилось следствием появления гелиоцентрического учения великого польского астронома *Николая Коперника* (1473-1543).

На основе большого числа астрономических наблюдений и расчетов Коперник создал новую систему. Результаты своих исследований Коперник изложил в труде «Об обращениях небесных сфер». Коперник утверждал, что Земля не является центром мироздания и что «Солнце, как бы восседая на Царском престоле, управляет вращающимся около него семейством светил» [11]. Это являлось концом старой аристотелевско-птолемеевской геоцентрической системы мира, первой в истории человечества научной революцией. *Гелиоцентрическая система мира Коперника* рождала принципиально новое миропонимание, которое исходило из того, что Земля одна из планет, движущихся вокруг Солнца по круговым орбитам. Совершая обращение вокруг Солнца, Земля од-

современно вращается вокруг собственной оси, чем и объясняется смена дня и ночи, видимое нами движение звездного неба. Но гелиоцентрическая система мира, предложенная Коперником, не сводилась только к перестановке предполагаемого центра вселенной. Включив Землю в число небесных тел, которым свойственно круговое движение, Коперник высказал очень важную мысль о движении как естественном свойстве небесных и земных объектов, подчиненном некоторым общим закономерностям единой механики. Коперник показал ограниченность чувственного познания, неспособного отличать то, что нам представляется, от того, что в действительности имеет место (визуально нам кажется, что Солнце «ходит» вокруг Земли). Он продемонстрировал слабость принципа объяснения окружающего мира только на основе непосредственного наблюдения и указал на важность для науки теоретических обобщений. А рациональное сочетание теоретических и эмпирических методов является основой научного метода — основного инструмента современной науки.

Современная наука своим рождением обязана *второй научной революции* (XVII век). У ее истоков стояли такие выдающиеся ученые, как Галилей, Кеплер, Ньютон, заложившие основы механического естествознания. Дальнейшие этапы развития науки, о которых пойдет речь ниже связаны с качественным изменением представлений о материальном мире.

### **Особенности первого этапа развития науки**

Первой в истории науки физической картиной мира является — механическая. Её основа была заложена *Галилео Галилеем* (1564-1642). Он не просто обосновал гелиоцентрическую систему Н. Коперника и открыл закон инерции, а разработал методологию нового способа описания природы — научно-теоретического. Суть его заключалась в том, что выделялись только некоторые физические и геометрические характеристики, которые становились предметом научного исследования. Фактически Галилей обосновал подходы к моделированию сложных систем. Галилей писал: «Никогда я не стану от внешних тел требовать чего-либо иного, чем величина, фигура, количество и более или менее быстрого движения для того, чтобы объяснить возникновение вкуса, запаха и звука» [15]. Выделение отдельных характеристик объекта позволяло строить теоретические модели и проверять их в условиях научного эксперимента. Эта методологическая концепция естествознания, впервые сформулированная Галилеем в труде «Пробирные весы», оказала решающее влияние на становление классического естествознания.

В учении *Галилео Галилея* были заложены основы нового механического естествознания, намечены пути к решению «проблемы движения» — одной из сложнейших проблем для человечества [10]. До Галилея общепринятым в науке считалось понимание движения, выработанное Аристотелем и сводившееся к следующему принципу: тело движется только при наличии внешнего на него воздействия, и если это воздействие прекращается, тело останавливается. Галилей показал, что этот принцип Аристотеля (хотя и согласуется с нашим повседневным опытом) является ошибочным. Вместо него Галилей сформулировал совершенно иной принцип инерции: тело либо находится в состоянии покоя, либо движется, не изменяя направления и скорости своего движения, если на него не производится какого-либо внешнего воздействия. «Открытие, сделанное Галилеем, и применение им методов научного рассуждения были одним из самых важных достижений в истории человеческой мысли, и оно отмечает действительное начало физики. Это открытие учит нас тому, что интуитивным выводам, базирующимся на непосредственном наблюдении, не всегда можно доверять, так как они иногда ведут по ложному следу» [10].

Большое значение для становления механики как науки имело исследование Галилеем свободного падения тел. Он установил, что скорость свободного падения тел не зависит от их массы (в отличие от существовавших ранее представлений), а пройденный падающим телом путь пропорционален квадрату времени падения. Галилей открыл, что траектория брошенного тела, движущегося под воздействием начального толчка и земного притяжения, является параболой. Галилею принадлежит экспериментальное обнаружение весомости воздуха, открытие законов колебания маятника, немалый вклад в разработку учения о сопротивлении материалов.

Научный авторитет Галилея связан также с его астрономическими исследованиями, обосновавшими и утверждавшими гелиоцентрическую систему Коперника. Используя построенные им телескопы (вначале это был скромный оптический прибор с трехкратным

увеличением, а впоследствии был создан телескоп и с 32-кратным увеличением), Галилей сделал целый ряд интересных наблюдений и открытий. Он установил, что Солнце вращается вокруг своей оси, а на его поверхности имеются пятна. У самой большой планеты Солнечной системы — Юпитера — Галилей обнаружил 4 спутника (из 13 известных в настоящее время). Наблюдения за Луной показали, что ее поверхность гористого строения и что этот спутник Земли имеет либрацию, т. е. видимые периодические колебания маятникового характера вокруг центра. Галилей убедился, что кажущийся туманностью Млечный Путь состоит из множества отдельных звезд. Но самое главное в деятельности Галилея как ученого-астронома состояло в отстаивании справедливости учения Н. Коперника, которое подвергалось нападкам не только со стороны католической церкви, но и со стороны некоторых ученых, высказывавших сомнения в правильности этого учения. Галилей сумел показать несостоятельность всех этих сомнений и дать блестящее естественнонаучное доказательство справедливости гелиоцентрической системы в знаменитой работе «Диалог о двух системах мира» — Птолемеевой и Коперниковой. Галилею все же пришлось предстать перед судом инквизиции. После длительных допросов он был вынужден отречься от учения Коперника и принести публичное покаяние. (Спустя 350 лет после смерти Галилея, в октябре 1992 г., он был реабилитирован католической церковью, его осуждение было признано ошибочным, а учение — правильным. Глава римско-католической церкви папа Иоанн-Павел II заявил при этом, что церковь не должна выступать против науки, а, наоборот, должна поддерживать научный прогресс (из телевизионной информационной программы «Время», 31 октября 1992 г.). Когда Римская церковь подвергала нападкам Коперника и Галилея, это происходило не потому, что их теории содержали нечто, противоречащее Библии, а только из-за того, что заявления Галилея явно противоречили элементам учения Аристотеля, ставшим к тому времени частью католического учения.

С астрологическими наблюдениями Галилея, описанными им в сочинении «Звездный вестник», ознакомился и дал высокую оценку один из крупнейших математиков и астрономов конца XVI-первой трети XVII в. Иоганн Катер (1571-1630). Эта оценка астрономических исследований Галилея содержалась в работе Кеплера «Рассуждение о «Звездном вестнике». Кеплер занимался поисками законов небесной механики и составлением звездных таблиц.

На основе обобщения данных астрономических наблюдений он установил три закона движения планет относительно Солнца. В своем первом законе Кеплер отказывается от коперниковского представления о круговом движении планет вокруг Солнца. В этом законе утверждается, что каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится солнце. Согласно второму закону Кеплера, радиус-вектор, проведенный от Солнца к планете, в равные промежутки времени описывает равные площади. Из этого закона следовал вывод, что скорость движения планеты по орбите не постоянна и она тем больше, чем ближе планета к солнцу. Третий закон Кеплера гласит: квадраты времен обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы из средних расстояний от него.

Кеплеру принадлежит немало других заслуг в астрономии и математике. Он разработал теорию солнечных и лунных затмений, предложил способы их предсказания, уточнил величину расстояния между Землей и Солнцем, составил так называемые Рудольфовы таблицы — по имени австрийского императора Рудольфа II, при дворе которого Кеплер занимал место астронома, сменив на этой должности умершего Тихо Браге. С помощью таблиц Кеплера можно было с высокой степенью точности определять в любой момент времени положение планет. Кеплер решил ряд важных для практики стереометрических задач.

Поскольку Кеплер был сторонником гелиоцентрической космологии Коперника и не скрывал этого, Ватикан относился к его сочинениям отрицательно, включив некоторые из них в список запрещенных книг. Но сам Кеплер прекрасно понимал значение выполненных им работ. Не без сарказма он писал: «Мне все равно, кто будет меня читать: люди нынешнего или люди будущего поколения. Разве Господь Бог не дожидался шесть тысяч лет, чтобы кто-нибудь занялся содержанием его творений?» [17]. Конечно, главной заслугой Кеплера было открытие законов движения планет. Но он не объяснил причины их движения. И это неудивительно, ибо не существовало еще понятий силы и взаимодействия. В то время из разделов механики были разработаны лишь старика — учение о равновесии (которая разрабатывалась еще в античности, в первую очередь,

Архимедом), а в работах Галилея были сделаны первые шаги в разработке динамики. Но в полной мере динамика—учение о силах и их взаимодействии — была создана лишь позднее Исааком Ньютоном.

Творчеством одного из величайших ученых в истории человечества, каковым был *Исаак Ньютон* (1643-1727) завершилась вторая научная революция. Исаак Ньютон будучи в двадцать с небольшим лет профессором Кембриджского университета, пришел к выводу, что существует сила притяжения, действующая между любыми телами во вселенной, и что ее можно высчитать. Эта сила была названа тяготением. Проводя эксперименты в Тринити колледже при Кембриджском университете, Ньютон сумел также определить скорость звука, сосчитав временной интервал между звуком падения бросаемого им предмета и эхом, которое возвращалось к нему с заранее известного расстояния. В 1687 г. Вышел в свет главный труд Ньютона «Математические начала натуральной философии», заложивший основы современной теоретической физики». В этой знаменитой работе Ньютон предложил ученому миру научно-исследовательскую программу, которая вскоре стала ведущей не только в Англии, на родине великого ученого, но и в континентальной Европе. Свою научную программу Ньютон назвал «экспериментальной философией», подчеркивая решающее значение опыта, эксперимента в изучении природы. Самым главным научным достижением Ньютона было продолжение и завершение дела Галилея по созданию классической механики. Благодаря их трудам XVII в. считается началом длительной эпохи торжества механики, господства механических представлений о мире. С наступлением эпохи Нового времени, характеризующегося прогрессом естествознания, ученые естествоиспытатели начали отмежевываться от метафизики с ее умозрительными, оторванными от реального мира рассуждениями. Эта позиция естествоиспытателей нашла свое выражение в известном изречении И. Ньютона: «Физика, берегись метафизики!». Говорят, что ученые семнадцатого столетия ограничились поисками ответов на вопрос «как» и не испытывали интереса к вопросу «почему». Это неверно. У Ньютона, как и у других первых ученых, не было нужды спрашивать «почему», так как они исходили из факта существования персонализированного Бога, создавшего вселенную.

Научное наследие Ньютона чрезвычайно разнообразно. В него входит и создание (параллельно с Лейбницем, но независимо от него) дифференциального и интегрального исчисления, и важные астрономические наблюдения, которые Ньютон проводил с помощью собственноручно построенных зеркальных телескопов (он, так же как и Галилей, именно телескопу обязан первым признаниям своих научных заслуг). Большой вклад внес Ньютон в развитие оптики (он, в частности, поставил опыты в области дисперсии света и дал объяснение этому явлению). Ньютон сформулировал три основных закона движения, которые легли в основу механики как науки. Данная система законов движения была дополнена открытым Ньютоном законом всемирного тяготения, согласно которому все тела, независимо от их свойств и от свойств среды, в которой они находятся, испытывают взаимное притяжение, прямопропорциональное квадрату расстояний между ними.

Пожалуй, ни одно из всех ранее сделанных научных открытий не оказало такого громадного влияния на дальнейшее развитие естествознания, как открытие закона всемирного тяготения. (Существует легенда о знаменитом яблоке, падение которого с дерева будто бы навело Ньютона на мысль о законе всемирного тяготения. Но эта легенда имеет различные толкования. Стукелей — друг Ньютона — утверждал, что якобы сам Ньютон рассказал ему эпизод с яблоком, который и помог ему открыть закон всемирного тяготения. А другой друг Ньютона, Пембертон, считал, что Ньютон, возможно, специально выдумал историю с яблоком, чтобы отделаться от не в меру любопытных собеседников типа Стукеля.) Огромное впечатление на ученых производил масштаб обобщения, впервые достигнутый естествознанием. Это был поистине универсальный закон природы, которому подчинялось все — малое и большое, земное и небесное. Этот закон явился основой создания небесной механики — науки, изучающей движение тел Солнечной системы. «Созданная Ньютоном теория тяготения и его вклад в астрономию знаменуют последний этап преобразования аристотелевской картины мира начатого Коперником. Воображение ученых захватывала простота той картины мира, которая складывалась на основе ньютоновской классической механики. В этой картине отбрасывалось все «лишнее»: не имели значения размеры

небесных тел, их внутреннее строение, идущие в них процессы. Оставались только массы и расстояния между центрами этих масс, к тому же связанные несложной формулой». Как пишет известный японский физик Х. Юкава, «Ньютон многое отсек у реального мира, о котором размышляют физики... конечно, Ньютон абстрагируется, но он оставляет самое существенное и создает единую картину мира. Ему принадлежит, по крайней мере, построение теории солнечной системы».

В качестве крупного ученого первого этапа развития современной науки, который кроме того был верующим христианином, можно упомянуть Блеза Паскаля (1623-1662). Он создал первый действующий барометр и проделал важные исследования в области сообщающихся сосудов. Он не ограничивался работой в лаборатории, а поднял трубку с ртутью на вершину горы Пюи де Дом, в центральной Франции и, таким образом, зарегистрировал изменение уровня ртути в зависимости от высоты. Кроме того, он был крупным математиком, и его труды ускорили развитие дифференциального исчисления. Как христианин, он рассматривал людей не крупинками пыли, потерянными во вселенной. Он считал, что люди — будучи уникальным Божьим творением — способны кое-что понять в этой вселенной. Люди могут постичь звезды, звезды же — не в состоянии постичь ничего. Помимо этого, люди представляли для Паскаля особую ценность еще и потому, что Христос принял за них смерть на кресте.

В этот период, явивший собой начало современной науки, образец научного подхода к изучению явлений природного мира мы видим в деятельности известного шведского ученого натуралиста *Карла Линнея* (1707-1778). Талантливый, неутомимый исследователь, который много путешествовал и наблюдал, Линней первым создал достаточно полную классификацию растительного и животного мира. В своем основном труде «Система природы» он сформулировал принцип классификации и обозначил классы, отряды, роды, виды, вариации представителей живой природы. Организмы животного мира Линней разделил на 6 классов: млекопитающие, птицы, амфибии, рыбы, черви, насекомые, а в растительном мире выделил целых 24 класса. Оригинальной идеей Линнея стала бинарная система обозначения растений и животных. Согласно этой системе, любое название представителя растительного или животного мира состоит из двух латинских наименований: одно из них является родовым, а второе — видовым. Например, в указанной системе человек именовался по латыни *Homo sapiens*, т. е. человек разумный. Проведя огромную и очень полезную классификационную работу, распределив «по полочкам» разновидности представителей живой природы, расположив растения и животных в порядке усложнения их строения, он не усмотрел в этом усложнении развития и считал виды растений и животных неизменными. А самих «видов столько, сколько их создано Творцом», — писал он в своей знаменитой «Системе природы» [15].

Тщательное экспериментальное изучение окружающего мира явилось основой успехов всех выдающихся ученых описываемого периода, который относится к истокам современной науки. Ньютон подверг критике картезианство, в частности, декартову гипотезу «вихрей», основанную на умозрительных представлениях о мироздании. В 40-х годах XVII в. французским ученым Рене Декартом (1596-1650) была сделана попытка объяснения движения. (Система научных и философских взглядов Декарта получила название картезианства, поскольку Декарт подписывал свои сочинения латинизированной формой своей фамилии — Картезиус). Декарт полагал, что мировое пространство заполнено особым легким подвижным веществом, способным образовывать гигантские вихри. Вихревые потоки, окружая все небесные тела, увлекают их и приводят в движение все планеты. Центрами других, меньших вихрей, вращающихся вокруг Солнца, являются планеты. Планетные вихри вовлекают в круговое движение спутники этих планет. Так, вихрь, окружающий Землю, приводит в движение вокруг Земли ее спутник — Луну. Причем в каждом вихре тело, находящееся ближе к центру, вращается вокруг него быстрее, чем более далекое. Этим Декарт объяснял тот факт, что чем ближе планеты к Солнцу, тем короче периоды их обращения вокруг него (всего 88 дней для Меркурия, 225 дней для Венеры, 365 дней для Земли и т. д.). Что касается эллиптического движения планет по уже известным законам Кеплера, то Декарт не смог ясно этого объяснить. Он говорил, что под действием давления соседних вихрей и вследствие других причин вихри принимают сплюснутую или эллиптическую форму. Таким образом, теория вихрей Декарта фактически не могла объяснить движение планет по законам Кеплера.

Космологическая гипотеза Декарта оказалась несостоятельной и была отвергнута последующим развитием науки.

Рене Декарт вошел в науку благодаря своим исследованиям в области математического анализа и теории научных знаний. Главный упрек Ньютона в адрес картезианцев (последователей Декарта) сводился к тому, что они не обращались в должной мере к опыту, конструировали «гипотезы», «обманчивые предположения» для объяснения природных явлений. «Гипотез не измышляю» — таков был девиз Ньютона. Идеи Ньютона, опиравшиеся на математическую физику и эксперимент, определили направление развития естествознания на многие десятилетия вперед. Успехи опытного изучения окружающего мира в конце XVIII и начале XIX вв. привели к переоценке мыслительных возможностей человека и возможностей научного метода. Примером может служить упомянутая выше теория вихрей Декарта. В естествознании появляется также тенденция, к умозрительному распространению некоторых механистических закономерностей и образа человеческого мышления от простого к сложному на области, не исследованные человеком и скрытые от него Творцом. Например создание теорий, подобных теории эволюции, где человек строит гипотезы о происхождении жизни и уподобляет Природу или действия Творца (теистическая эволюция) своему образу мышления от простого к сложному (от амебы к человеку). Подобная тенденция в науке получила название *диалектизации естествознания*.

### Глава 3 ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

#### Утверждение понятия поля в естествознании

Как очередное подтверждение ньютоновского подхода к вопросу об устройстве мира было первоначально воспринято физиками открытие, которое сделал французский военный инженер, впоследствии член Парижской Академии наук *Шарль Огюст Кулон* (1736-1806). Оказалось, что, положительный и отрицательный электрические заряды притягиваются друг к другу прямо пропорционально величине зарядов и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Создавалось впечатление о новой демонстрации права закона всемирного тяготения служить своего рода образцом, универсальным ответом на любые задачи. Лишь впоследствии стало ясно: впервые появился в науке один из законов электромагнетизма. После Кулона открылась возможность построения математической теории электрических и магнитных явлений.

Механическая картина мира знала только один вид материи — вещество, состоящее из частиц, имеющих массу. В XIX веке к числу свойств частиц стали прибавлять электрический заряд. И хотя масса, как считалось, была у всех частиц, заряд — только у некоторых, обладание электрическим зарядом было признано таким же фундаментальным, важнейшим их свойством, как и масса. Английский химик и физик *Майкл Фарадей* (1791-1867) ввел в науку понятие электромагнитного поля. Явление электромагнетизма открыл датский естествоиспытатель Х. К. Эрстед, который впервые заметил магнитное действие электрических токов. Продолжая исследования в этом направлении, М. Фарадей обнаружил, что временное изменение в магнитных полях создает электрический ток. Осмысливая свои эксперименты, он ввел понятие «силовые линии». М. Фарадей, обладавший талантом экспериментатора и богатым воображением, с классической ясностью представлял себе действие электрических сил от точки к точке в их «силовом поле». На основе своего представления о силовых линиях он предположил, что существует глубокое родство электричества и света, и хотел построить и экспериментально обосновать новую оптику, в которой свет рассматривался бы как колебания силового поля. Эта мысль была необычайно смела для того времени, но она была достойна исследователя, который считал, что только тот находит великое, кто исследует маловероятное.

М. Фарадей пришел к выводу, что учение об электричестве и оптика взаимосвязаны и образуют единую область. Его работы стали исходным пунктом исследований Дж. К. Максвелла, заслуга которого состоит в математической разработке идей М. Фарадея о магнетизме и электричестве. Дж. Максвелл придал физический смысл математическому понятию «поле сил» и стал рассматривать поле как самостоятельную физическую реальность: «Электромагнитное поле — это та часть пространства, которая содержит в себе и окружает тела, находящиеся в электрическом или магнитном состоянии» [16]. Обобщив установленные ранее экспериментальным путем законы

электромагнитных явлений (Кулона, Ампера, Био-Савара) и открытое М. Фарадеем явление электромагнитной индукции, Максвелл чисто математическим путем нашел систему дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитное поле. Эта система уравнений дает в пределах своей применимости полное описание электромагнитных явлений и представляет собой столь же совершенную и логически стройную теорию, как и система ньютоновской механики. Из уравнений следовал важнейший вывод о возможности самостоятельного существования поля не «привязанного» к электрическим зарядам. В дифференциальных уравнениях Максвелла вихри электрического и магнитного полей определяются производными по времени не от своих, а от чужих полей: электрическое — от магнитного и, наоборот, магнитное — от электрического. Поэтому если меняется со временем магнитное поле, то существует и переменное электрическое поле, которое в свою очередь ведет к изменению магнитного поля. В результате происходит постоянное изменение векторов напряженности электрического и магнитного полей, т. е. возникает переменное электромагнитное поле, которое уже не привязано к заряду, а отрывается от него, самостоятельно существуя и распространяясь в пространстве. Вычисленная им скорость распространения электромагнитного поля оказалась равна скорости света.

Эксперименты английского естествоиспытателя М. Фарадея и теоретические работы английского физика Дж. К. Максвелла окончательно разрушили представления ньютоновской физики о дискретном веществе как единственном виде материи и положили начало электромагнитной картине мира. *Единая сущность света и электричества*, которую М. Фарадей предположил в 1845 г., а Дж. К. Максвелл теоретически обосновал в 1862 г., была экспериментально подтверждена немецким физиком Г. Герцем в 1888 г. А исходя из этого Максвелл смог заключить, что световые волны представляют собой электромагнитные волны.

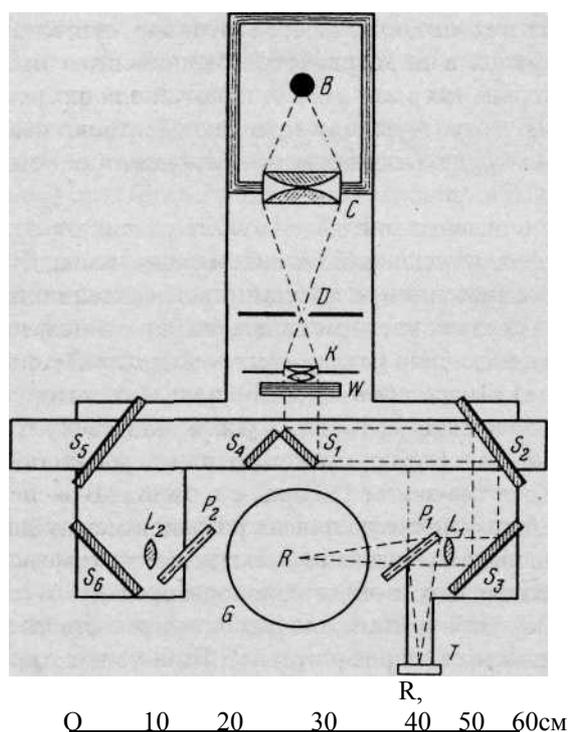


Рис. 2. Установка П. Н. Лебедева для исследования светового давления на твердые тела

В экспериментах Г. Герца в результате искровых разрядов между двумя заряженными шарами появлялись электромагнитные волны. Когда они падали на круговой проволочный виток, то создавали в нем токи, о появлении которых свидетельствовали искры, проскакивающие через разрыв. Г. Герц успешно провел отражение этих волн и их интерференцию, т. е. те явления, которые характерны для световых волн, а затем измерил длину электромагнитных волн. Зная частоту колебаний, он смог подсчитать скорость распространения электромагнитных волн, которая оказалась равна скорости света, что подтвердило гипотезу Максвелла.

Следует отметить роль великого русского ученого М. В. Ломоносова в разработке представления о световых волнах. «В противовес Ньютону, Ломоносов вместе с Эйлером

отстаивал гипотезу о волновой природе света. Эти работы привлекли к себе внимание Т. Юнга, считавшего явления интерференции прямым доказательством волновой природы света. В библиографии, помещенной Юнгом во втором томе его монографии «A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts» (1807), речь Ломоносова «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее», Петербург, 1759, стоит первой в разделе «Физическая оптика» [70].

После экспериментов Г. Герца в физике окончательно утвердилось понятие *поля* не в качестве вспомогательной математической конструкции, а как объективно существующей физической реальности. Был открыт качественно новый вид материи. Эта проблема увлекла и русских ученых. Наиболее существенные исследования в этой области были выполнены профессором Московского университета П. Н. Лебедевым. Мировую известность Лебедев приобрел своим открытием светового давления (рис. 2). Стремление к практическому приложению достижений физики привело профессора Электротехнического института в Петербурге А. С. Попова к изобретению радиосвязи. Изучение как оптических, так и электромагнитных явлений привело к развитию представлений о формах существования материи. Разрабатывая оптику, И. Ньютон считал свет потоком материальных частиц-корпускул. В *корпускулярной теории* света И. Ньютона утверждалось, что светящиеся тела излучают мельчайшие частицы, которые движутся в согласии с законами механики и вызывают ощущение света, попадая в глаз. На базе этой теории И. Ньютоном было дано объяснение законам отражения и преломления света.

Наряду с механической корпускулярной теорией, осуществлялись попытки объяснить оптические явления принципиально иным путем, а именно на основе волновой теории, сформулированной Х. Гюйгенсом. *Волновая теория* устанавливала аналогию между распространением света и движением волн на поверхности воды или звуковых волн в воздухе. В ней предполагалось наличие упругой среды, заполняющей все пространство, — светоносного эфира. Распространение света рассматривалось как распространение колебаний эфира: каждая отдельная точка эфира колеблется в вертикальном направлении, а колебания всех точек создают картину волны, которая перемещается в пространстве от одного момента времени к другому. Главным аргументом в пользу своей теории Х. Гюйгенс считал тот факт, что два луча света, пересекаясь, пронизывают друг друга без каких-либо помех в точности, как два ряда волн на воде. Согласно же *корпускулярной теории*, между пучками излученных частиц, каковыми является свет, возникали бы столкновения или, по крайней мере, какие-либо возмущения. Исходя из волновой теории Х. Гюйгенс успешно объяснил отражение и преломление света. Однако против нее существовало одно важное возражение. Как известно, волны обтекают препятствия. А луч света, распространяясь по прямой, обтекать препятствия не может. Если на пути луча света поместить непрозрачное тело с резкой гранью, то его тень будет иметь резкую границу. Однако это возражение вскоре было снято благодаря опытам Гримальди. При более тонком наблюдении с использованием увеличительных линз обнаруживалось, что на границах резких теней можно видеть слабые участки освещенности в форме перемежающихся светлых и темных полосок или ореолов. Это явление было названо *дифракцией света*. Именно открытие дифракции сделало Х. Гюйгенса ревностным сторонником волновой теории света. Однако авторитет И. Ньютона был настолько высок, что корпускулярная теория воспринималась безоговорочно даже несмотря на то, что на ее основе нельзя было объяснить явление дифракции. Волновая теория света была вновь выдвинута в первые десятилетия XIX в. английским физиком Т. Юнгом и французским естествоиспытателем О. Ж. Френелем. Т. Юнг дал объяснение явлению интерференции, т. е. появлению темных полосок при наложении света на свет. Суть ее можно описать с помощью парадоксального утверждения: *свет*, добавленный к свету, не обязательно дает более сильный *свет*, но может давать более слабый и даже темноту. Причина этого заключается в том, что согласно волновой теории, свет представляет собой не поток материальных частиц, а колебания упругой среды или волновое движение. При наложении друг на друга цепочек волн в противоположных фазах, где гребень одной волны совмещается со впадиной другой, они уничтожают друг друга, в результате чего появляются темные полосы. Явления интерференции и дифракции могли быть объяснены только в рамках волновой теории и не поддавались объяснению на основе механической корпускулярной теории света. Итак, к концу XIX в. физика пришла к

выводу, что материя существует в двух видах: дискретного вещества и непрерывного поля. Основы представлений о материи, существующей в форме вещества и поля можно свести к следующим положениям.

Вещество и поле различаются как корпускулярные и волновые сущности: вещество дискретно и состоит из атомов, а поле непрерывно.

Вещество и поле различаются по своим физическим характеристикам: частицы вещества обладают массой покоя, а поле — нет.

Вещество и поле различаются по степени проницаемости: вещество мало проницаемо, а поле, наоборот, полностью проницаемо.

Скорость распространения поля равна скорости света, а скорость движения частиц вещества меньше ее на много порядков.

В результате открытий в физике в конце XIX и начале XX столетий обнаружилось, что нет пропасти между веществом и полем: поле, подобно веществу, обладает корпускулярными свойствами, а частицы вещества, подобно полю, — волновыми.

### **Расширение представлений об элементах материальных систем**

Расширение представлений об элементах материальных систем связано с проникновением вглубь материи и неразрывно с развитием *атомно-молекулярной теории строения вещества*. Можно выделить 3 этапа в развитии атомно-молекулярной теории. Первый из них связан с представлениями древних греков и, в частности Демокрита, о мельчайших неделимых частицах вещества (это достаточно подробно обсуждалось при рассмотрении истории естествознания). Вторым этапом развития теории является экспериментальное подтверждение атомной теории Бойлем. Третьим важным шагом является открытие возможности соединения атомов в молекулы.

Первый эксперимент, подтверждающий атомную природу вещества, был проведен в 1662 году ирландским химиком Робертом Бойлем (1627-1691). Он сжимал воздух в U-образной трубке под действием столбика ртути и обнаружил, что объем воздуха в трубке обратно пропорционален давлению:  $PV = \text{const}$ . Французский физик Эдм Мариотт (1630-1684) подтвердил это соотношение через 14 лет после Бойля и заметил, что оно выполняется только при постоянной температуре. Объяснить результаты Бойля и Мариотта можно, только если признать, что воздух состоит из атомов, разделенных пустым пространством. Сжатие воздуха обусловлено сближением атомов и уменьшением объема пустого пространства. Если газы состоят из атомов, то можно допустить, что твердые вещества и жидкости тоже состоят из атомов. Например, вода при нагревании кипит и превращается в пар, который, подобно воздуху, можно сжать. Значит, водяной пар состоит из атомов. Но если пар состоит из атомов, то почему жидкая вода и лед не могут состоять из атомов? А если это справедливо для воды, то это может быть справедливо и для других веществ. Таким образом, эксперименты Бойля и Мариотта подтвердили существование мельчайших частиц вещества. Оставалось выяснить, что из себя представляют эти частицы.

В течение последующих 150 лет основные усилия химиков были направлены на установление состава различных веществ. Вещества, которые разлагались на более простые вещества, были названы «соединениями» (сложными веществами), — например, вода, углекислый газ, железная окалина. Вещества, которые нельзя далее разложить, назывались «элементами» (простыми веществами), например, водород, кислород, медь, золото. В 1789 году великий французский химик Антуан-Лоран Лавуазье (1743-1794) опубликовал знаменитую книгу «Элементарный курс химии» («*Traite elementaire de chimie*»), в которой систематизировал накопленные к тому времени знания по химии по 33 веществам. Два из этих веществ были неверными в принципе (свет и теплород), а 8 оказались впоследствии сложными веществами (известь, кремнезем и др.).

Развитие техники количественных измерений и методов химического анализа позволило определять соотношение элементов в соединениях. Французский химик Жозеф Луи Пруст (1754—1826) после тщательнейших экспериментов с рядом веществ установил закон постоянства состава, согласно которому все соединения содержат элементы в строго определенных весовых пропорциях, независимо от способа получения. Так, например, сернистый газ, полученный сжиганием серы или действием кислот на сульфиты, или любым другим способом, всегда содержит 1 весовую часть серы и 1 весовую часть кислорода. Закон Пруста имел для химии фундаментальное значение. Он привел к мысли о существовании молекул и подтвердил

неделимость атомов. В самом деле, почему в сернистом газе весовое соотношение серы и кислорода всегда 1:1, а не 1,1:0,9 или 0,95:1,05 и т. д.? Этот результат легко объяснить, если предположить, что атомы серы соединяются с определенным числом атомов кислорода и образуют частицы сернистого газа (эти частицы и были впоследствии названы «молекулами»), причем масса атомов серы равна массе атомов кислорода. Это экспериментальное правило было названо *законом кратных отношений*. Из закона кратных отношений очевидно следует, что атомы элементов соединяются в молекулы, причем молекулы содержат небольшое число атомов. Измерение весового содержания элементов позволяет, с одной стороны, определять молекулярные формулы соединений, а с другой стороны — находить относительные веса атомов. Например, одна весовая часть водорода соединяется с 8 весовыми частями кислорода, образуя воду. Если молекула воды состоит из одного атома водорода и одного атома кислорода, то атом кислорода в 8 раз тяжелее атома водорода. Обратное, если мы знаем, например, что атом железа в 3,5 раза тяжелее, чем атом кислорода, то из соотношения весов  $m(\text{Fe}) : m(\text{O}) = 2,333$  следует, что на два атома железа в данном соединении приходится три атома кислорода, т. е., формула соединения —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Рассуждая таким образом, Дальтон составил первую в истории таблицу атомных весов элементов. К сожалению, она оказалась во многих отношениях неверной, поскольку при определении атомных весов Дальтон часто исходил из неправильных молекулярных формул. Он считал, что атомы элементов почти всегда (за редким исключением) соединяются попарно. Формула воды по Дальтону —  $\text{HO}$ . Кроме того, Дальтон был уверен, что молекулы всех простых веществ содержат по одному атому. Правильные формулы воды и многих других веществ были определены при исследовании химических реакций в газовой фазе. Французский химик Жозеф-Луи Гей-Люссак (1778-1850) обнаружил, что объемы реагирующих газов относятся друг к другу и к объемам газообразных продуктов реакции как небольшие целые числа. Один объем водорода реагирует с одним объемом хлора и получается два объема хлороводорода. Это эмпирическое правило было опубликовано в 1808 году и получило название «*закон объемных отношений*».

Подлинный смысл закона объемных отношений выяснился после великого открытия итальянского химика *Амедео Авогадро* (1776-1856), который предположил, что в равных объемах любых газов содержится одинаковое число молекул при постоянных температуре и давлении. Это означает, что все газы ведут себя в некотором смысле одинаково и что объем газа при заданных условиях не зависит от химической природы газа, а определяется только числом частиц. Измеряя объем, мы можем определить число частиц (атомов и молекул) в газовой фазе. Великая заслуга Авогадро состоит в том, что он смог установить простую связь между наблюдаемой макроскопической величиной (объемом) и микроскопическими свойствами газообразных веществ (числом частиц). Анализируя объемные соотношения Гей-Люссака и используя свою гипотезу, которую впоследствии назвали *законом Авогадро*, он установил, что молекулы газообразных простых веществ (кислорода, азота, водорода, хлора) двухатомны. Действительно, при реакции водорода с хлором объем не изменяется, следовательно, число частиц также не меняется. Если предположить, что водород и хлор одноатомны, то за счет реакции присоединения объем должен уменьшиться в два раза. Но раз объем не изменяется, значит молекулы водорода и хлора содержат по два атома, и реакция идет по уравнению:  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ . Аналогично можно установить молекулярные формулы воды, аммиака, углекислого газа и других веществ. К сожалению, современники не признали результаты Авогадро. Ведущие химики того времени Дальтон и Берцелиус возражали против того, что молекулы простых веществ могут быть двухатомны, поскольку полагали, что молекулы образуются только из разных атомов (положительно и отрицательно заряженных). Под давлением таких авторитетов гипотеза Авогадро была отвергнута и постепенно забыта. Лишь почти через 50 лет, в 1858 году итальянский химик Станислав Канницаро (1826-1910) случайно обнаружил работу Авогадро и увидел, что она позволяет четко разграничить понятия «атом» и «молекула» для газообразных веществ. Именно Канницаро предложил определения атома и молекулы и внес полную ясность в понятия «атомный вес» и «молекулярный вес». В 1860 году в г. Карлсруэ в Германии состоялся Первый международный химический конгресс, на котором после долгих дискуссий основные положения атомно-молекулярной теории получили всеобщее признание. Интересно то, что при открытии атомов теория была впереди эксперимента (через 2000 лет теория метафизиков была доказана). В случае молекул эксперимент

опередил теорию: идея существования молекул была выдвинута для объяснения экспериментальной закономерности кратных отношений. В этом смысле история атомно-молекулярной теории является характерным примером, который отражает разные механизмы научных открытий.

После доказательства существования атомов и молекул важнейшим открытием атомно-молекулярной теории стал закон *сохранения массы*, который в 1748 г. был сформулирован в виде философской концепции великим русским ученым Михаилом Васильевичем Ломоносовым (1711-1765), а затем подтвержден экспериментально им самим в 1756 г. В 1789 г. независимо от русского учёного закон был сформулирован французским химиком А. Л. Лавуазье: *масса всех веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе всех продуктов реакции*. Опыты по сжиганию веществ наводили на мысль о том, что масса веществ в процессе реакции не сохраняется. При нагревании на воздухе ртуть превращалась в красную окалину, масса которой была больше массы металла. Масса золы, образующейся при сгорании дерева, напротив, всегда меньше массы исходного вещества.

Немецкий врач и химик Эрнс Шталь (1660-1734) пытался объяснить эти явления тем, что горючие вещества содержат некую субстанцию — *флогистон* (от греческого флогистос — горючий), которая в процессе горения улетучивается или передается от одного вещества к другому. Это означало, что горение вещества есть реакция разложения на флогистон и негорючий остаток. Но тогда получалось, что есть положительный флогистон (содержится в дереве), который приводит к уменьшению массы при горении, и отрицательный (в металлах), который дает увеличение массы.

Ломоносов провел простой опыт, который показал, что горение металла есть реакция присоединения, а увеличение массы металла происходит за счет присоединения части воздуха. Он прокаливал металлы в запаянном стеклянном сосуде и обнаружил, что масса сосуда не изменялась, хотя химическая реакция происходила. После того, как сосуд был вскрыт, туда устремлялся воздух и масса сосуда увеличивалась. Таким образом, при аккуратном измерении массы компонентов реакции выясняется, что масса веществ при химической реакции сохраняется. К сожалению, открытие русского ученого не было замечено зарубежными учеными, поскольку Ломоносов опубликовал свои результаты на русском языке.

Закон сохранения массы утвердился в химии только после аккуратных и тщательно обоснованных опытов Лавуазье, который проводил реакции сжигания металлов и восстановления оксидов металлов углем и ни в одном случае не обнаружил уменьшения или увеличения массы продуктов реакции по сравнению с исходными веществами. Закон сохранения массы имел огромное значение для атомно-молекулярной теории. Он подтвердил, что атомы являются неделимыми и при химических реакциях не изменяются. Молекулы при реакции обмениваются атомами, но общее число атомов каждого вида не изменяется, и поэтому общая масса вещества в процессе реакции сохраняется. Таким образом, в рамках атомно — молекулярной теории определены основные материальные элементы систем, принадлежащих к макроуровню организации материи.

Утверждение атомно-молекулярной теории на рубеже XVII-XIX веков сопровождалось бурным ростом числа известных химических элементов. 1 марта 1869 года выдающийся ученый-химик *Дмитрий Иванович Менделеев* (1834-1907) разослал русским и иностранным химикам сообщение, которое он озаглавил «Опыт системы элементов, основанный на их атомном весе и химическом сходстве». В этом сообщении было изложено великое открытие: *существует закономерная связь между химическими элементами, которая заключается в том, что свойства элементов изменяются в периодической зависимости от их атомных весов. Качественные свойства элементов зависят от их количественных свойств, причем это отношение меняется периодически, скачками*. Обнаружив эту закономерную связь, Менделеев расположил элементы в естественную систему, в зависимости от их родства. В результате появилась также возможность предвидеть свойства ряда новых, еще не открытых элементов, для которых Д. И. Менделеев оставил в таблице пустые места. Первым элементом из предсказанных Менделеевым был элемент галлий, открытый в 1875 году. За этим последовали открытия и других элементов. В 1954 г. был открыт «элемент 101», названный «менделеевиумом» в честь великого русского химика.

### Трансформация представлений о материи, энергии, пространстве

Еще в конце XIX в. большинство ученых склонялось к точке зрения, что физическая картина мира, в основном, построена и останется в дальнейшем неизменной. Предстоит уточнить лишь детали. Но первые десятилетия XX века привели к серии научных открытий, заставивших в этом усомниться. В 1896 г. французский физик *Антуан Анри Беккерель* (1852-1908) открыл явление самопроизвольного излучения урановой соли. Исследуя это явление, он наблюдал разряд наэлектризованных тел под действием указанного излучения и установил, что активность препаратов урана оставалась неизменной более года. Однако природа нового явления еще не была понята. В его исследование включились французские физики, супруги *Пьер Кюри* (1859-1906) и *Мария Склодовская-Кюри* (1867-1934). Прежде всего их заинтересовал вопрос: нет ли других веществ, обладающих свойствами аналогичными урану? В 1898 г. были открыты новые элементы, также обладающие свойством испускать «беккерелевы лучи», — полоний и радий. Это свойство супруги Кюри назвали радиоактивностью. Их напряженный труд принес щедрые плоды: с 1898 г. одна за другой стали появляться статьи о получении новых радиоактивных веществ.

Годом раньше, в 1897 г., в лаборатории Кавендиша в Кембридже при изучении электрического разряда в газах (катодных лучей) английский физик *Джозеф Джон Томсон* (1856— 1940) открыл первую элементарную частицу — электрон. В последующих опытах по измерению заряда электрона и получению отношения этого заряда к массе было обнаружено совершенно необычное явление зависимости массы электрона от его скорости. Уяснив, что электроны являются составными частями атомов всех веществ, Дж. Томсон предложил в 1903 г. первую (электромагнитную) модель атома. Согласно этой модели, отрицательно заряженные электроны располагаются определенным образом (как бы «плавают») внутри положительно заряженной сферы. Сохранение электронами определенного места в сфере есть результат равновесия между положительными равномерно распределенными зарядами и отрицательными зарядами электронов. Но модель «атома Томсона» просуществовала сравнительно недолго.

В 1911 г. знаменитый английский физик *Эрнест Резерфорд* (1871-1937) предложил свою модель атома, которая получила название планетарной. Появлению этой новой модели атома предшествовали эксперименты, проводимые Э. Резерфордом и его учениками, ставшими впоследствии знаменитыми физиками, *Гансом Гейгером* (1882-1945) и *Эрнстом Марсденом* (1889-1970). В результате этих экспериментов, показавших неприемлемость модели атома Дж. Томсона, было обнаружено, что в атомах существуют ядра — положительно заряженные микрочастицы, размер которых очень мал по сравнению с размерами атомов. Но масса атома почти полностью сосредоточена в его ядре. Исходя из этих новых представлений Резерфорд и выдвинул свое понимание строения атома, которое он обнародовал 7 марта 1911 г. на заседании Манчестерского философского общества. По его мнению, атом подобен Солнечной системе: он состоит из ядра и электронов, которые обращаются вокруг него. Сравнение с Солнечной системой было не случайно: диаметр Солнца ( $1,4 \times 10^6$  км) почти во столько же раз меньше размеров Солнечной системы (6109 км), во сколько размеры ядер ( $10^{-2}$  см) меньше диаметра атома ( $10^{-8}$  см).

Но планетарная модель Резерфорда обнаружила серьезный недостаток: она оказалась несовместимой с электродинамикой Максвелла. Согласно законам электродинамики, любое тело (частица), имеющее электрический заряд и движущееся с ускорением, обязательно должно излучать электромагнитную энергию. Но в этом случае электроны очень быстро потеряли бы свою кинетическую энергию и упали на ядро. С этой точки зрения, оставалась непонятной необычайная устойчивость атомов. Кроме того, в соответствии с законами электродинамики, частота излучаемой электроном электромагнитной энергии должна быть равна частоте собственных колебаний электрона в атоме или (что то же) числу оборотов электрона вокруг ядра в секунду. Но в этом случае спектр излучения электрона должен быть непрерывным, так как электрон, приближаясь к ядру, менял бы свою частоту. Опыт же показывал другое: атомы дают электромагнитное излучение только определенных частот (именно поэтому атомные спектры называют линейчатыми, т. е. состоящими из вполне определенных линий). Такая определенность спектра, его ярко выраженная химическая индивидуальность очень трудно совмещается с универсальностью электрона, заряд и масса которого не зависят от природы атома.

Разрешение этих противоречий выпало на долю известного датского физика *Нильса Бора* (1885-

1962), предложившего свое представление об атоме. Последнее основывалось на квантовой теории, начало которой было положено на рубеже XX века немецким физиком *Максом Планком* (1858-1947). Планк выдвинул гипотезу, гласящую, что испускание и поглощение электромагнитного излучения может происходить только дискретно, конечными порциями — квантами. Н. Бор, зная о модели Резерфорда и приняв ее в качестве исходной, разработал в 1913 г. квантовую теорию строения атома. В ее основе лежали следующие постулаты: в любом атоме существует несколько стационарных орбит (стационарных состояний) электронов, двигаясь по одной из которых электрон может существовать, не излучая электромагнитной энергии; при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое атом излучает или поглощает порцию энергии. Причем при переходе электрона на более далекую от ядра орбиту происходит увеличение энергии атома и, наоборот, при переходе электрона на орбиту, более близкую к ядру, имеет место уменьшение энергии атома. Предложенная Бором модель атома, которая возникла в результате развития исследований радиоактивного излучения и квантовой теории, фактически явилась дополненным и исправленным вариантом планетарной модели Резерфорда. Поэтому в истории атомной физики говорят о квантовой модели атома Резерфорда — Бора.

Следует отметить, что научные заслуги Резерфорда не ограничиваются исследованиями, приведшими к упомянутой планетарной модели атома. Совместно с английским химиком *Фредериком Содди* (1877-1956) он провел серьезное изучение радиоактивности. Резерфорд и Содди дали трактовку радиоактивного распада как процесса превращения химических элементов из одних в другие: «Неизменяемость свойства электронов при обычных физических и химических процессах, — писал Н. Бор, — непосредственно объясняется тем, что в таких процессах, хотя связи электронов и могут сильно меняться, ядро остается без изменений». «Резерфордом была доказана и взаимная превращаемость атомных ядер под действием мощных сил. Тем самым Резерфорд открыл совершенно новую область исследований, которую часто называют «современной алхимией» [18].

Надежды алхимиков (получать одни химические элементы, чаще всего — золото, из других), которые рухнули в связи с открытием во второй половине XVIII века Лавуазье закона неизменяемости химических элементов, вдруг, в начале XX в., когда оказалось, что в результате радиоактивного распада некоторые элементы самопроизвольно превращаются в другие, вновь ожили. Это было поистине научной сенсацией. Наука XX века принесла немало сенсационных открытий, многие из которых совершенно не укладывались в представление обыденного человеческого опыта.

Третья научная революция связана с переходом на качественно новый уровень абстрактного мышления. Ярким примером этого может служить **теория относительности**, созданная в начале нашего столетия. Специальная теория относительности основывалась на том, что — в отличие от механики И. Ньютона — пространство и время не абсолютны. Они органически связаны с материей и между собой. Когда А. Эйнштейна попросили выразить суть теории относительности в одной, по возможности понятной фразе, он ответил: «Раньше полагали, что если бы из вселенной исчезла вся материя, то **пространство и время** сохранились бы, теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезли бы также пространство и время» [19]. Таким образом, данные науки утверждали представление о существовании единства материального мира во всех его проявлениях.

К числу явлений для объяснения которых потребовался высокий уровень абстрактного мышления относится и фотоэффект. (Электрон выбивается из металла под действием отдельного светового кванта или фотона, который при этом теряет свою энергию. Часть этой энергии уходит на разрыв связи электрона с металлом. Энергия электрона зависит от частоты светового кванта и энергии связи электрона с металлом.) Казалось, что корпускулярная теория материи торжествует. Корпускулярные свойства фотона подтверждало наличие светового давления (упоминавшиеся ранее опыты русского физика П. Н. Лебедева, 1899 г.). Но вскоре выяснилось, что определить энергию фотона (частицы света, не обладающей массой покоя) можно было, только представляя его себе в виде волны с соответствующей длиной и частотой. Получалось, что фотон — это одновременно и волна и частица. Распространяется он как волна, излучается и поглощается — как частица. А может просто частица, движущаяся в упругой среде и создающая волновые колебания

вокруг себя подобно камню, брошенному в воду? Ведь позднейшие открытия показали, что физический вакуум совсем не пуст.

Опытное подтверждение существования волновых свойств материи было получено в результате наблюдения дифракции электронов в эксперименте, поставленном в 1927 г. американским физиком *Клинтон Дэвиссоном* (1881--1958) и *Лестером Джермером* (1896-1971). Быстрые электроны, проходя сквозь очень тонкие пластинки металла, вели себя подобно свету, проходящему мимо малых отверстий или узких щелей. Другими словами, распределение электронов, отражавшихся от пластинки и летевших лишь по некоторым избранным направлениям, было таким же, как если бы на пластинку падал пучок цвета с длиной волны, равной длине волны электрона, вычисленной по формуле де Бройля. Экспериментально подтвержденная гипотеза де Бройля превратилась в принципиальную основу, пожалуй, наиболее широкой физической теории — **квантовой механики**.

У объектов микромира, рассматриваемых с позиций **квантовой механики**, обнаружились такие свойства, которые совершенно не имеют аналогий в привычном нам мире. Прежде всего—это корпускулярно-волновая двойственность, или дуализм элементарных частиц (это и корпускулы, и волны одновременно, а точнее — диалектическое единство свойств тех и других). Движение микрочастиц в пространстве и времени нельзя отождествлять с механическим движением макрообъекта. Например, положение элементарной частицы в пространстве в каждый момент времени не может быть определено с помощью системы координат, как для привычных нам тел окружающего мира. Движение микрочастиц подчиняется законам квантовой механики. Об ограниченности законов классической механики при описании явлений микромира свидетельствует, например, установленное видным немецким физиком *Вернером Гейзенбергом* (1901—1976) соотношение неопределенностей: если известно местоположение частицы в пространстве, то остается неизвестным импульс (количество движения), и наоборот. Это одно из фундаментальных положений квантовой механики. С точки зрения классической механики и «здорового смысла» принцип неопределенности представляется абсурдным. Нам это представить трудно. Вышеизложенные революционные открытия в физике перевернули ранее существующие взгляды на мир. Исчезла убежденность в универсальности законов классической механики, ибо разрушились прежние представления о неделимости атома, о постоянстве массы, о неизменности химических элементов и т. д. У многих возникли сомнения в возможностях науки познавать вселенную. Однако, законы мироздания свидетельствуют об обратном. Истоки уверенности в их действительности лежат в христианском взгляде на окружающий мир.

#### **Развитие представлений о взаимопревращениях энергии и диалектизация современного естествознания**

К идее превращения одних видов энергии в другие первоначально пришел немецкий врач *Юлиус Роберт Майер* (1814-1878) во время своего путешествия в Ост-Индию в 1840 г. Он обнаружил, что венозная кровь больных в тропиках была краснее, чем в Европе, и объяснил это явление более высоким содержанием кислорода в крови. Последнее, полагал Майер, обусловлено тем, что при высоких температурах в организме человека сгорает меньше пищи, поскольку тело в этих условиях требует меньше тепла, получаемого за счет питания. Поэтому в венозной крови остается больше кислорода. Таким образом, Майер фактически высказал мысль, что химическая энергия, содержащаяся в пище, превращается в теплоту (подобно тому, как это происходит с механической энергией мышц). Только в 1843 г., после некоторых неудач, Майеру удалось опубликовать свою идею в статье «О количественном и качественном определении сил», а в 1845 г. вышла его книга «Органическое движение в его связи с обменом веществ, вклад в естествознание». В этих работах Майер показал, что химическая, тепловая и механическая энергии могут превращаться друг в друга и являются равноценными. Выводы Майера с недоверием были восприняты в научных кругах того времени как недостаточно обоснованные.

Опыты, проведенные одновременно и независимо от Майера английским исследователем *Джеймсом Прескоттом Джоулем* (1818-1889), подвели под идеи Майера прочную экспериментальную основу. Джоуль показал себя искусным и вдумчивым экспериментатором. На основе хорошо поставленного эксперимента он пришел к выводу, что теплоту можно создавать с помощью механической работы, используя магнито-электричество (электромагнитную индукцию),

и эта теплота пропорциональна квадрату силы индуцированного тока. Достигается это вращением электромагнита индукционной машины с помощью падающего груза и теплоты, выделяемой в цепи. В работе «О тепловом эффекте магнитоэлектричества и механическом эффекте теплоты» (1843 г.) Джоуль указывал на «количество тепла, которое в состоянии поднять 838 фунтов на вертикальную высоту в один фут» [16]. Результаты, полученные в экспериментах, привели Джоуля к следующему обобщенному выводу. «... Во всех случаях, когда затрачивается механическая сила, получается точное эквивалентное количество теплоты» [16]. В работе 1843 г. Джоуль также утверждал, что животная теплота возникает в результате химических превращений в организме, т. е. фактически делал те же выводы, к которым несколько ранее пришел Майер.

В первой половине 40-х годов XIX в. и некоторые другие ученые претендовали на приоритет в открытии закона сохранения и превращения энергии. Например, в том же 1843 г. датский инженер *Людвиг Август Кольдинг* (1815-1888) доложил в Королевском Копенгагенском обществе о результатах своих опытов по определению отношения между работой и теплотой, которые позволили считать его одним из сооткрывателей указанного закона.

В отстаивании данного закона и его широком признании в научном мире большую роль сыграл один из наиболее знаменитых физиков XIX в. *Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц* (1821-1894). Будучи, подобно Майеру, врачом, Гельмгольц, так же как и он, пришел от физиологии к закону сохранения энергии. Признавая приоритет Майера и Джоуля, Гельмгольц пошел дальше и увязал этот закон с принципом невозможности вечного двигателя.

Исследования электрических явлений давали серьезные основания для подкрепления вывода о взаимопревращении различных форм движения друг в друга. В 1800 году Вольт изобретает первый химический источник электрического тока.

В 1840 году русский академик Гесс получает важные результаты, свидетельствующие о превращении химических «сил» в теплоту. Работы Фарадея и Ленца приводят к открытиям о взаимопревращении электричества и магнетизма. Изучение процессов, происходящих в контактах двух металлических проводников, проделанных Пельтье и Ленцем, свидетельствуют о взаимопревращениях электрической «силы» и теплоты. В 1845 году Джоуль устанавливает соотношение между величиной количества теплоты, выделяемой при прохождении электрического тока через проводник, и величиной самого тока и сопротивления проводника (закон Джоуля — Ленца). Учеными XVII-XIX веков были открыты и исследованы связи между:

- ▶ механическим движением и теплотой;
- ▶ химическими явлениями и электричеством;
- ▶ механическим движением и электричеством;
- ▶ электричеством и магнетизмом;
- ▶ химическими явлениями и теплотой;
- ▶ теплотой и электричеством и т. д.

Майер в своей работе составляет таблицу всех рассматриваемых им «сил» природы и приводит 25 случаев их взаимопревращений. В превращениях энергии неверующий человек склонен видеть не единую энергию, проявляющуюся в различных формах движения материи, а только ее изменчивость — «диалектику».

Начало процессу стихийной диалектизации естественных наук, составившему суть третьей революции в естествознании, положила работа немецкого ученого и философа Эммануила Канта (1724-1804) «Всеобщая естественная история и теория неба». В этом труде, опубликованном в 1755 г., была сделана попытка исторического объяснения происхождения солнечной системы. Гипотезу Канта принято именовать небулярной (небулярный — от лат. nebula — туман, буквально означает: «относящийся к туманности»), поскольку в ней утверждалось, что Солнце, планеты и их спутники возникли из некоторой первоначальной, бесформенной туманной массы, некогда равномерно заполнявшей мировое пространство. Кант пытался объяснить процесс возникновения солнечной системы действием сил притяжения, которые присущи частицам материи, составлявшим эту огромную туманность. Под влиянием притяжения из этих частиц образовывались отдельные скопления, сгущения, становившиеся центрами притяжения. Из одного такого крупного центра притяжения образовалось Солнце, вокруг него расположились частицы в виде туманностей, которые начали двигаться по кругу. В круговых туманностях образовались

зародыши планет, которые начали вращаться также вокруг своей оси. Солнце и планеты сначала разогрелись вследствие трения слагающих их частиц, затем начали остывать. Хотя Кант в своей работе опирался на классическую механику XVII в. (подзаголовок его труда гласил: «Опыт об устройстве и механическом происхождении всего мироздания на основании ньютоновских законов»), он создал картину мира, которая не соответствовала философии Ньютона. Его космогоническая (космогония — учение о происхождении и развитии вселенной) гипотеза, не была подтверждена научными фактами и не нашла отклика у научной общественности своего времени. Более сорока лет спустя Лаплас, совершенно независимо от Канта и двигаясь своим путем, высказал идеи, развившие и дополнившие кантовское космогоническое учение. В своем труде «Изложение системы мира», опубликованном в 1796 г., Лаплас предположил, что первоначально вокруг Солнца существовала газовая масса, нечто вроде атмосферы. Эта «атмосфера» была так велика, что простиралась за орбиты планет. Вся эта масса вращалась вместе с Солнцем (о причине вращения Лаплас не говорил). Затем, вследствие охлаждения, в плоскости солнечного экватора образовались газовые кольца, которые распались на несколько сфероидальных частей — зародышей будущих планет, вращающихся по направлению своего обращения вокруг Солнца. При дальнейшем охлаждении внутри каждой такой части образовалось ядро, и планеты перешли из газообразного в жидкое состояние, а затем начали затвердевать с поверхности. Позднее имена создателей двух рассмотренных гипотез были объединены, а сами гипотезы довольно долго (почти столетие) просуществовали в науке в обобщенном виде — как космогоническая гипотеза Канта—Лапласа.

В XIX веке диалектическая идея развития распространилась на широкие области естествознания, в первую очередь на геологию и биологию. В первой половине XIX века произошла острая борьба двух концепций — катастрофизма и эволюционизма, по-разному объяснявшими историю нашей планеты, что явилось началом отхода от библейского учения об истории Земли. Сторонник теории катастрофизма французский естествоиспытатель *Жорж Кювье* (1769-1832) в своей работе «Рассуждения о переворотах на поверхности Земли», опубликованной в 1812 году, утверждал, что каждый период в истории Земли завершался мировой катастрофой — поднятием и опусканием материков, наводнениями, разрывами слоев и т. д. В результате этих катастроф гибли животные и растения, и в новых условиях появились новые их виды. Поэтому, считал Кювье, современные геологические условия и представители живой природы совершенно не похожи на то, что было прежде. Причины катастроф и возникновения новых видов растительного и животного мира Кювье не объяснял.

Катастрофизму Кювье и его сторонников противостояло эволюционное учение, которое в области биологии отстаивал крупный французский естествоиспытатель Жан Батист Ламарк (1744-1829). В 1809 году вышла его работа «Философия зоологии». Ламарк видел в изменяющихся условиях окружающей среды движущую силу эволюции органического мира. Согласно Ламарку, изменения в окружающей среде вели к изменениям в потребностях животных, следствием чего было изменение в потребностях животных и в результате — изменение их жизнедеятельности. В течение одного поколения, считал он, в случае перемен в функционировании того или иного органа появляются наследственные изменения в этом органе. При этом усиленное упражнение органов укрепляет их, а отсутствие упражнений — ослабляет. На этой основе возникают новые органы, а старые исчезают. Однако, приобретенных изменений ни Ламарком, ни кем-либо из его последователей обнаружено не было, поэтому взгляды Ламарка на эволюцию живой природы не получили распространения.

В утверждении эволюционного учения важную роль сыграл трехтомный труд «Основы геологии» английского естествоиспытателя *Чарльза Лайела* (1797-1875). В этом труде, опубликованном в 1830-1833 гг., он пытался показать, что все изменения, которые произошли, могли произойти под влиянием факторов, присутствующих и в настоящее время, но *в течение длительного времени*.

Подобный геологический эволюционизм оказал немалое влияние на распространение эволюционного учения и в биологии, в частности, на *Чарльза Роберта Дарвина* (1809-1882). Главный труд Дарвина «Происхождение видов» был опубликован в 1859 году. В нем Дарвин на основе наблюдений об изменениях внутри отдельных видов сделал предположение о возможности

развития одного вида до уровня, соответствующего качественно новому виду. Каждый вид, считал Дарвин, всегда находится на пути недостижимой гармонии с его жизненными условиями. Принципиально важной в учении Дарвина является теория естественного отбора. Согласно этой теории, виды с их относительно целесообразной организацией возникли и возникают в результате отбора и накопления качеств, полезных для организмов в их борьбе за существование в данных условиях. Большинство ученых-естествоиспытателей сразу же стали сторонниками дарвинизма. Человек в системе Дарвина находился в той же цепи развития от простейших организмов, что и животные.

Почему эта теория так быстро овладела умами людей и владеет до сих пор? Причиной этого, как и ранее мы много раз наблюдали в истории, является уклонение человечества в сторону «гуманистических» идеалов. Да, уход от представления о человеке как особом творении по образу и подобию Бога к представлению о человеке как об очередной ступени саморазвития природы от амебы и обезьяны это — «гуманизм». Там, где место Творца занимает человек, мы неизбежно приходим к подобному «гуманизму». Это видно на примере развития истории во Франции в период, последовавший за реформацией, в преддверии утверждения эволюционных представлений, в период Просвещения. Мыслители Просвещения рассматривали человека и общество способными достичь совершенства. Подобно гуманистам Ренессанса, люди Просвещения отбросили основы и наследство христианства и обратились к древним дохристианским временам. В своем доме в Ферно Вольтер повесил в ногах своей постели картину таким образом, чтобы она была первым, что каждый день встречал его взгляд. Это было изображение богини Дианы с новорожденным месяцем над головой и крупной полной луной у ног. Она протягивала руку помощи человеку. Но... гуманистические идеалы вскоре обратились в страдание! В сентябре 1792 года начались массовые убийства, в которых было уничтожено около 1300 заключенных. Еще до того, как все кончилось, правительство и его агенты убили 40000 человек, многие из которых были крестьянами. Руководитель террора Максимилиан Робеспьер (1758-1794) сам был казнен в июле 1794 года. Эта катастрофа не пришла со стороны, ее породила сама система. Как и в более поздней русской революции, у революционеров, воодушевленных гуманистическими идеалами, выбор ограничился лишь двумя возможностями — анархией или репрессиями.

Заменив представления о едином Творце эволюционной идеей, люди в тех явлениях, где могли бы увидеть единого Творца, увидели подтверждение эволюции. Как, например, с открытием клеточного строения животных и растений. Клеточная теория создана в 30-х годах XIX века. Ее авторами были ботаники *Маттиас Якоб Шлейден* (1804-1881), установивший, что все растения состоят из клеток, и профессор, биолог *Теодор Шванн* (1810-1882), распространивший это учение на животный мир. В октябре 1838 г. Шлейден и Шванн встретились и обменялись мнениями. После этого Шванн следующим образом сформулировал сделанное открытие: «Весь класс клеточных растений состоит только из клеток». Что касается животных, то их все «многообразные формы возникают также только из клеток, причем аналогичных клеткам растений» [15]. То же самое произошло с законом сохранения и превращения энергии. Если для верующего человека этот всеобщий закон и всеобщий характер энергии, ее неизменность являются свидетельством о едином Творце, сторонники теории эволюции увидели в нем основание для распространения эволюционной теории на всю вселенную. В превращении и сохранении энергии сторонники теории эволюции увидели не единую энергию, проявляющуюся в различных формах движения материи, а только изменчивость энергии — «диалектику».

Открытие в 1828 г. немецким химиком *Фридрихом Велером* (1800-1882) искусственного органического вещества — мочевины, положило начало целому ряду синтезов органических соединений из исходных неорганических веществ. Эти замечательные открытия в химии, а также те, о которых пойдет речь ниже также были подвергнуты тенденциозной трактовке.

Создание в 40-х годах XVII в. учения о гомологии, т. е. закономерном изменении свойств органических соединений в зависимости от их состава, укрепляло идею взаимосвязи и единства химических веществ. По утверждению одного из создателей этого учения французского химика *Шарля Фредерика Жерара* (1816-1856), «... достаточно знать химическую историю одного каково-нибудь члена в гомологическом ряду, чтобы а priori вывести историю других членов» [17].

В рамках эволюционной парадигмы открытие периодического закона химических элементов стало «эпохальным событием в химической науке, внесшим большой вклад в процесс диалектизации естествознания».

Открытие замечательных законов, которые позволяли человеку разумно использовать окружающий мир химических элементов, свидетельствовало о мудрости и любви Творца, использовавшего однотипные «кирпичики» для создания всего многообразия явлений вокруг нас и тем самым облегчив человеку изучение окружающего мира. Однако, человеческий разум не был склонен к прославлению Творца, а уподобил Высший Разум своему образу мышления и действий от простого к сложному с далеко идущими предположениями о происхождении человека и вселенной. Развитие процесса диалектизации естествознания привело к декларации принципа глобального эволюционизма, о котором мы уже упоминали. Г. Спенсер даже сделал попытку переноса идей Дарвина на социальное устройство общества. В последние десятилетия идеей эволюции были захвачены многие химики, предположившие определенную последовательность появления химических элементов, а затем молекул и химических соединений в процессе снижения температуры в области взрыва, положившего начало эволюции во вселенной.

Для ученых, основывавших свои труды на христианском мирозерцании, представления о мироздании укладывались в цельную мировоззренческую картину, представлявшую собой систему, открытую для изучения человеком. Они не нуждались в приписывании природе способности к самоорганизации и эволюции. Если Бог создал причинно-следственную вселенную, мы можем узнать нечто о ней, исследуя её элементы. Именно такой путь познания от частного к общему, характерный для человеческого мышления, лежит в основании современной науки, инструментом которой является научный метод.

Вопросы и задания для самостоятельной работы:

1. Какие элементы философии Платона послужили толчком к научному познанию окружающего мира?
2. Важнейшие достижения ученых в период античности.
3. Почему, несмотря на значительные достижения ученых античности, этот период не связывают с зарождением науки?
4. Геоцентрическая система мира Птоломея.
5. Перечислите предпосылки появления современной науки.
6. Характеристика основных научных революций.
8. Ученые и их открытия периода первой научной революции.
9. Сущность гелиоцентрической системы мира Коперника.
10. Причины крушения механистической картины мира.
11. В чем сущность процесса диалектизации естествознания?

## ЧАСТЬ III НАУЧНЫЙ МЕТОД

### Глава 1 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

Учение о методе (**метод** от греческого слова «методос» — путь к чему-либо) начало развиваться с появлением современной науки. Рене Декарт изложил свое понимание метода следующим

образом: «Под методом, — писал он, — я разумею точные и простые правила, строгое соблюдение которых... без лишней траты умственных сил, но постепенно и непрерывно увеличивая знания, способствует тому, что ум достигает истинного познания всего, что ему доступно» [20].

Существует целая область знания, которая специально занимается изучением методов и которую принято именовать **методологией**. Происходит этот термин от двух греческих слов: «методос» — метод и «логос» — учение [21].

Методы научного познания принято подразделять по степени их общности, т. е. **по широте применимости** в процессе научного исследования.

В связи с тем, что в XIX веке эволюционные представления проникли в большинство областей духовной культуры общества, возникло деление способов познания на два больших класса: *диалектический* (связанный с видением эволюции, развития во всех объектах и явлениях окружающего мира) и *метафизический* (понимавшийся, в основном, как отличающийся от диалектического). Они получили название общеполитических методов. С середины XIX века диалектический метод получил наибольшее распространение.

Вторую группу методов познания составляют **общенаучные методы**, которые применяются в различных областях науки.

Различают два уровня научного познания: эмпирический и теоретический. Одни общенаучные методы применяются только на эмпирическом уровне (наблюдение, эксперимент, измерения), другие — только на теоретическом (идеализация, формализация), а некоторые (например, моделирование) — как на эмпирическом, так и на теоретическом уровнях.

Эмпирический уровень научного познания характеризуется непосредственным исследованием реально существующих, чувственно воспринимаемых объектов. На этом уровне осуществляется процесс накопления информации об исследуемых объектах, явлениях путем проведения наблюдений, выполнения разнообразных измерений, постановки экспериментов. Здесь производится также первичная систематизация получаемых фактически данных в виде таблиц, схем, графиков и т. п. Кроме того, уже на этом уровне познания — как следствие обобщения научных фактов — возможно формулирование некоторых эмпирических закономерностей.

Теоретический уровень — более высокая степень в научном познании. Теоретический уровень научного исследования осуществляется на рациональной (логической) ступени познания. На данном уровне происходит раскрытие наиболее глубоких, существенных сторон, связей, закономерностей, присущих изучаемым объектам, явлениям. Результатами теоретического познания становятся гипотезы, теории, законы.

Не следует противопоставлять указанные два различных уровня. Они взаимосвязаны. Эмпирический уровень выступает в качестве основы, фундамента теоретического. Гипотезы и теории формируются в процессе теоретического осмысления научных фактов, статистических данных, получаемых на эмпирическом уровне. К тому же теоретическое мышление неизбежно опирается на чувственно-наглядные образы (в том числе схемы, графики и т. п.), с которыми имеет дело эмпирический уровень исследования. В свою очередь, эмпирический уровень научного познания не может существовать без достижений теоретического уровня. Эмпирическое исследование обычно опирается на определенную теоретическую конструкцию, которая определяет направление этого исследования, обуславливает и обосновывает применяемые при этом методы.

К третьей группе методов в рамках научного познания относятся методы, используемые только в конкретных науках или явлениях. Такие методы именуется *частнонаучными*. Каждая частная наука (биология, химия, геология и т. д.) имеет свои специфические методы исследования. При этом частнонаучные методы, как правило, содержат в различных сочетаниях те или иные общенаучные методы познания. В частнонаучных методах могут присутствовать наблюдения, измерения, индуктивные или дедуктивные умозаключения и т. д. Характер их сочетания и использования находится в зависимости от условий исследования, природы изучаемых объектов и т. п.

К сказанному остается добавить, что любой метод сам по себе еще не предопределяет успеха в познании тех или иных сторон материальной действительности, а является лишь инструментом в руках человека.

## Глава 2 ОБЩЕНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ЭМПИРИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

### Наблюдение

*Наблюдение* — есть чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира. Это — исходный метод эмпирического познания, позволяющий получить некоторую первичную информацию об объектах окружающей действительности.

Научное наблюдение имеет ряд особенностей:

- ▶ целенаправленность (оно ведется для решения поставленной задачи исследования, и внимание наблюдателя сосредотачивается только на явлениях, связанных с этой задачей);
- ▶ планомерность (наблюдение проводится по плану, составленному исходя из задачи исследования);
- ▶ активность исследователя (она необходима для выделения нужных ему элементов в наблюдаемом явлении, активность подразумевает привлечение исследователем знаний, опыта и использование различных технических средств наблюдения).

Научные наблюдения всегда сопровождаются **описанием** объекта познания. Это необходимо для фиксирования тех свойств, сторон изучаемого объекта, которые составляют предмет исследования. Описания результатов наблюдений составляют эмпирический базис науки, опираясь на который исследователи создают эмпирические обобщения, сравнивают изучаемые объекты по тем или иным параметрам, проводят их классификацию и анализ.

«Почти каждая наука проходит эту первоначальную, «описательную» стадию развития. При этом основным требованием к научному описанию являются полнота, точность и объективность. Оно должно давать достоверную и адекватную картину самого объекта, точно отображать изучаемые явления. Важно, чтобы понятия, используемые для описания, всегда имели четкий и однозначный смысл. В процессе развития науки, возможно преобразование средства описания, создание новой системы понятий» [22]. Наблюдение как метод познания более или менее удовлетворяло потребности наук, находившихся на описательно-эмпирической ступени развития. Прогресс научного познания был связан с переходом многих наук к более высокой ступени развития, на которой наблюдения дополнялись экспериментальными исследованиями, предполагающими целенаправленное воздействие на изучаемые объекты.

Следует отметить, что в наблюдениях отсутствует деятельность, направленная на преобразование и изменение объектов с целью их познания. Часто наблюдение является единственно возможным способом эмпирического познания. Это может быть связано с рядом обстоятельств: недоступностью этих объектов для практического воздействия (например, наблюдения удаленных космических объектов), нежелательностью, исходя из целей исследования, вмешательства в наблюдаемый процесс (фенологические, психологические и др. наблюдения), отсутствием технических, энергетических, финансовых и иных возможностей постановки экспериментальных исследований объектов познания.

По способу проведения наблюдения могут быть:

- 1) непосредственными;
- 2) опосредованными;
- 3) косвенными.

При *непосредственных* наблюдениях те или иные свойства, стороны объекта отражаются, воспринимаются органами чувств человека. Такого рода наблюдения дали немало полезного в истории науки. Известно, например, что наблюдения положения планет и звезд на небе, проводившиеся в течение более двадцати лет Тихо Браге с непревзойденной для невооруженного глаза точностью, явились эмпирической основой для открытия Кеплером его знаменитых законов. В настоящее время непосредственные визуальные наблюдения широко используются в космических исследованиях. Визуальные наблюдения с борта пилотируемой орбитальной станции — наиболее простой и весьма эффективный метод исследования параметров атмосферы, поверхности суши и океана. «С орбиты искусственного спутника Земли глаз человека может определить границы облачного покрова, типы облаков, границы выноса мутных речных вод в море, просмотреть рельеф дна на мелководье, определить характеристики океанических вихрей и

пылевых бурь размером в несколько сот километров, различить типы планктона и т. п. Комплексное восприятие наблюдаемых явлений..., избирательная способность человеческого зрения и логический анализ результатов наблюдений — это те уникальные свойства метода визуальных наблюдений, которыми не обладает никакой набор аппаратуры» [23].

Возможности визуального метода наблюдений существенно увеличиваются, если использовать инструменты, расширяющие границы человеческого зрения. Это могут быть бинокли, зрительные трубы, приборы ночного видения с оптико-электронным усилением света. Подобные наблюдения могут быть названы опосредованными. Если, например, до начала XVII века астрономы наблюдали за небесными телами невооруженным глазом, то изобретение Галилеем в 1608 году оптического телескопа подняло астрономические наблюдения на новую, гораздо более высокую ступень. Создание в наши дни рентгеновских телескопов и вывод их в космическое пространство на борту орбитальной станции (рентгеновские телескопы могут работать только за пределами земной атмосферы) позволило проводить наблюдения за такими объектами вселенной (например, пульсары и квазары), которые никаким другим путем изучать было бы невозможно. А создание в XVII веке оптического микроскопа и гораздо позднее, уже в XX веке — электронного микроскопа позволило исследователям наблюдать удивительный мир микрообъектов и микроявлений.

Особенностью современного естествознания является повышение роли так называемых косвенных наблюдений. Например, объекты и явления, изучаемые ядерной физикой, не могут прямо наблюдаться ни с помощью органов чувств человека, ни с помощью самых совершенных приборов. То, что ученые наблюдают в процессе эмпирических исследований в атомной физике, — это не сами микрообъекты, а только результаты их воздействия на определенные объекты, являющиеся техническими средствами исследования. Например, при изучении свойств заряженных частиц с помощью камеры Вильсона эти частицы воспринимаются исследователем косвенно — по таким видимым их проявлениям, как образование треков, состоящих из множества капелек жидкости. Косвенные наблюдения обязательно основываются на некоторых теоретических положениях, устанавливающих определенную связь (обычно, в виде математически выраженной функциональной зависимости) между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми явлениями. Подчеркивая роль теории в процессе таких наблюдений, А. Эйнштейн в разговоре с В. Гейзенбергом заметил: «Можно ли наблюдать данное явление или нет — зависит от вашей теории. Именно теория должна установить, что можно наблюдать, а что нельзя» [24]. Вообще любые научные наблюдения, хотя они опираются в первую очередь на работу органов чувств, требуют в то же время участия и теоретического мышления. Исследователь, опираясь на свои знания, опыт, должен осознать чувственные восприятия и выразить их (описать) либо в понятиях обычного языка, либо — более строго и сокращенно — в определенных научных терминах, в каких-то графиках, таблицах, рисунках и т. п.

Наблюдения могут нередко играть важную эвристическую роль в научном познании. В процессе наблюдений могут быть открыты совершенно новые явления, позволяющие обосновать ту или иную научную гипотезу. Например, участники длительных экспедиций в космос на орбитальной станции «Салют-6» вели наблюдения Мирового океана, т. к. над ним и даже в его глубинах формируется погода планеты. В результате этих наблюдений были обнаружены так называемые синоптические вихри. Последние представляют собой специфические образования в океане, размеры и цвет которых бывают различными. Некоторые из них имеют зеленоватую окраску, что характеризует подъем глубинных вод к поверхности, другие отличаются голубой окраской — здесь вода с поверхности уходит в глубину. Эти наблюдения позволили подтвердить гипотезу академика Г. И. Марчука, согласно которой в Мировом океане есть энергоактивные зоны, являющиеся своеобразными «генераторами погоды». Именно над такими аномалиями и начинается формирование циклонов [25]. Для получения каких-то выводов об исследуемом явлении, для обнаружения чего-то существенного в нем зачастую требуется проведение весьма большого количества наблюдений. Например, для получения даже краткосрочного (до 7-10 суток) прогноза погоды необходимо проводить огромное число наблюдений за различными метеорологическими параметрами атмосферы. Такие наблюдения в современном мире осуществляют свыше 10 тысяч метеорологических станций, получающих необходимые данные в районе земной поверхности, и около 800 станций радиозондирования, собирающих данные во всей толще атмосферы. К этому

надо добавить метеорологическую информацию, которая является результатом наблюдений, проводимых с оснащенных специальной аппаратурой морских судов и самолетов, беспилотных метеорологических спутников Земли и пилотируемых орбитальных станций. Весь этот обширный комплекс технических средств обеспечивает глобальные наблюдения за состоянием атмосферы, поверхности суши и океана с целью изучения тех физических процессов, которые определяют аномалии погоды на нашей планете. Из всего вышесказанного следует, что наблюдение является весьма важным методом эмпирического познания, обеспечивающим сбор информации об окружающем мире.

### **Эксперимент**

*Эксперимент* — более сложный метод эмпирического познания по сравнению с наблюдением. Он предполагает активное, целенаправленное и строго контролируемое воздействие исследователя на изучаемый объект для выявления и изучения тех или иных его сторон, свойств, связей. При этом экспериментатор может преобразовывать исследуемый объект, создавать искусственные условия его изучения, вмешиваться в естественное течение процессов.

Эксперимент включает в себя такие методы эмпирического исследования, как наблюдение и измерение. В то же время он обладает рядом важных, присущих только ему особенностей:

1. Эксперимент позволяет изучать объект в «очищенном» виде, т. е. устранять всякого рода побочные факторы, наслоения, затрудняющие процесс исследования. (Например, проведение некоторых экспериментов требует специально оборудованных помещений, защищенных от внешних электромагнитных воздействий на изучаемый объект.)

2. В ходе эксперимента объект может быть поставлен в некоторые искусственные, в частности, экстремальные условия, например, изучаться при сверхнизких температурах, при чрезвычайно высоких давлениях, в вакууме, при огромных напряженностях электромагнитного поля и т. п. В таких искусственно созданных условиях удается обнаружить удивительные, иногда неожиданные свойства объектов и благодаря этому глубже понять их сущность. Очень интересными и многообещающими являются в этом плане космические эксперименты, позволяющие изучать объекты и явления в таких особых, необычных условиях (невесомость, глубокий вакуум), которые недостижимы в земных лабораториях.

3. Изучая какой-либо процесс, экспериментатор может вмешиваться в него, активно влиять на его протекание. Как отмечал академик И. П. Павлов, «опыт как бы берет явления в свои руки и пускает в ход то одно, то другое и таким образом в искусственных, упрощенных комбинациях определяет истинную связь между явлениями. Иначе говоря, наблюдение собирает то, что ему предлагает природа, опыт же берет у природы то, что хочет» [26].

4. Важным достоинством экспериментов является их воспроизводимость. Это означает, что условия эксперимента, а соответственно и проводимые при этом наблюдения, измерения могут быть повторены столько раз, сколько это необходимо для получения достоверных результатов. В истории науки известен, например, такой случай. Американский физик Шэнкланд, изучавший соударения фотонов с электронами, пришел к выводу о невыполнении закона сохранения энергии в элементарном акте соударения. Эти эксперименты вызвали сенсацию. Но ряд крупных физиков, в том числе А. Ф. Иоффе, отнеслись к ним скептически. Тогда Шэнкланд решил повторить свои эксперименты. Пытаясь воспроизвести свои прежние результаты, он нашел ошибку в методике экспериментирования. Выяснилось, что при правильной постановке эксперимента закон сохранения энергии соблюдается и в указанном элементарном акте соударения.

Подготовка и проведение эксперимента требуют соблюдения ряда условий:

1. Научный эксперимент никогда не ставится наобум, он предполагает наличие четко сформулированной цели исследования;

2. Он всегда базируется на каких-то теоретических положениях, а не делается «вслепую».

3. Для проведения эксперимента необходим план. Он не проводится беспланово, хаотически, но предварительно исследователь намечает пути его проведения;

4. Для реализации эксперимента требуется определенный уровень развития технических средств познания.

5. Эксперимент должен проводиться людьми, имеющими достаточно высокую квалификацию.

Только совокупность всех этих условий определяет успех в экспериментальных исследованиях.

В зависимости от характера проблем, решаемых в ходе экспериментов, последние обычно подразделяются на исследовательские и проверочные.

*Исследовательские эксперименты* дают возможность обнаружить у объекта новые, неизвестные свойства. Результатом такого эксперимента могут быть выводы, не вытекающие из имевшихся знаний об объекте исследования. Примером могут служить эксперименты, поставленные в лаборатории Э. Резерфорда, в ходе которых обнаружилось странное поведение альфа-частиц при бомбардировке ими золотой фольги: большинство частиц отклонялось и рассеивалось, а некоторые частицы не просто отклонялись, а отскакивали обратно, как мяч от сетки. Такая экспериментальная картина получалась в связи с тем, что вся масса атома сосредоточена в ядре, занимающем ничтожную часть его объема (отскакивали обратно альфа-частицы, соударявшиеся с ядром). Так исследовательский эксперимент, проведенный Резерфордом и его сотрудниками, привел к подтверждению теоретической идеи о существовании ядра атома, а тем самым и к рождению ядерной физики.

Проверочные эксперименты служат для проверки и подтверждения тех или иных теоретических построений. Так, существование целого ряда элементарных частиц (позитрона, нейтрино и др.) было вначале предсказано теоретически, и лишь позднее они были обнаружены экспериментальным путем.

Познание человеком микромира потребовало использования таких методов, в которых нельзя было пренебречь воздействием прибора на объект познания. Однако это влияние не означает, что свойства микрочастиц материи порождаются прибором по воле экспериментатора (как представлялось некоторым физикам). Но возмущающее влияние прибора не изменяет познавательной роли эксперимента в физике микромира. Приборы оказывают возмущающее действие на изучаемый объект и в классической физике, имеющей дело с макрообъектами, только это их действие здесь очень мало, и им можно пренебречь. В сфере же материальной действительности, изучаемой квантовой механикой, прибор оказывает на частицу гораздо более существенное возмущающее влияние, которым пренебречь нельзя. Возмущающее действие касается только количественной стороны микрочастицы — величины энергии, импульса, ее пространственной локализации. Качественная же специфика микрочастиц не претерпевает при возмущении никаких изменений: электрон остается электроном, протон — протоном и т. д.

Исходя из методики проведения и характера получаемых результатов, эксперименты можно разделить на качественные и количественные. Качественные эксперименты носят поисковый характер и не приводят к получению каких-либо количественных соотношений. Они позволяют лишь выявить характер воздействия тех или иных факторов на изучаемое явление. Количественные эксперименты направлены на установление точных количественных зависимостей в исследуемом явлении. В реальной практике экспериментального исследования оба указанных типа экспериментов реализуются, как правило, в виде последовательных этапов познания. Как известно, связь между электрическими и магнитными явлениями была впервые открыта датским физиком Эрстедом в результате чисто качественного эксперимента (поместив магнитную стрелку компаса рядом с проводником, через который пропускался электрический ток, Эрстед обнаружил, что стрелка отклоняется от первоначального положения). После опубликования результатов этого открытия последовали количественные эксперименты французских ученых Био и Савара, а также опыты Ампера, на основе которых была выведена соответствующая математическая формула. Все эти качественные и количественные эмпирические исследования заложили основы учения об электромагнетизме.

В зависимости от области научного знания, в которой используется экспериментальный метод исследования, различают естественнонаучный и прикладной (в технических науках, в сельскохозяйственной науке и др.) эксперименты.

В конце XIX века, например, два видных ученых Г. Герц и А. С. Попов занимались экспериментальным изучением электромагнитных колебаний. Но Герц ставил перед собой лишь задачу экспериментальной проверки теоретических построений Максвелла. Практическое применение электромагнитных колебаний его не интересовало. Поэтому эксперименты Герца, в ходе которых были получены электромагнитные волны, предсказанные теорией Максвелла, следует рассматривать как естественнонаучные. Что же касается экспериментов А. С. Попова, то

они имели четкую практическую направленность (как практически использовать «волны Герца») и были экспериментами в области зарождающейся прикладной науки — радиотехники. Более того, Герц вообще не верил в возможность практического применения электромагнитных волн, не видел никакой связи между своими экспериментами и нуждами практики. Узнав о попытках практического использования электромагнитных волн, Герц даже написал в Дрезденскую палату коммерции, что исследования в этом направлении нужно запретить как бесполезные [27].

Завершая рассмотрение экспериментального метода исследования, следует упомянуть об очень важной проблеме планирования эксперимента. Еще в первой половине XX века все экспериментальные исследования сводились к проведению так называемого однофакторного эксперимента, когда изменялся какой-то один фактор исследуемого процесса, а все остальные оставались неизменными. Но развитие науки настойчиво требовало исследования процессов, зависящих от множества меняющихся факторов. Использование в этом случае методики однофакторного эксперимента было бессмысленным, ибо требовало выполнения астрономического количества опытов.

В начале 20-х годов нашего столетия английский статистик Р. Фишер впервые разработал и доказал целесообразность метода одновременного варьирования всех факторов, влияющих на результаты экспериментальных исследований в области прикладных наук. Но лишь через три десятилетия эта работа Фишера нашла практическое применение. В 1951 году Бокс и Уилсон разработали метод, по которому исследователь должен ставить последовательные небольшие серии опытов, варьируя в каждой из этих серий все факторы по определенным правилам. Причем организуются указанные серии таким образом, чтобы после математической обработки предыдущей можно было выбрать (спланировать) условия проведения следующей серии, что в конечном итоге позволит выйти в область оптимума.

После упомянутой работы Бокса и Уилсона появился целый ряд работ на эту же тему, в которых предлагались и другие методики. Достигнутые успехи в теоретической разработке и практическом применении планирования эксперимента в научных исследованиях привело к появлению новой дисциплины — математической теории эксперимента. Эта теория направлена на решение задачи получения достоверного результата экспериментального исследования с минимальными затратами труда, времени и средств.

### **Измерение**

Большинство научных экспериментов и наблюдений включает в себя проведение разнообразных измерений. *Измерение* — это процесс, заключающийся в определении количественных значений тех или иных свойств, сторон изучаемого объекта, явления с помощью специальных технических устройств. Д. И. Менделеев говорил о том, что «наука начинается с тех пор, как начинают измерять». А известный английский физик В. Томсон (Кельвин) указывал на то, что «каждая вещь известна лишь в той степени, в какой ее можно измерить» [28].

Важной стороной процесса измерения является методика его проведения. Она представляет собой совокупность приемов, с использованием определенных принципов и средств измерений. Под принципами измерений в данном случае имеются в виду какие-то явления, которые положены в основу измерений (например, измерение температуры с использованием термоэлектрического эффекта).

Наличие субъекта (исследователя), производящего измерение, не всегда является обязательным. Он может и не принимать непосредственного участия в процессе измерения, если измерительная процедура включена в работу автоматической информационно-измерительной системы, которая к тому же может проводить обработку информации.

Результат измерения получается в виде некоторого числа единиц измерения. Единица измерения — это эталон, с которым сравнивается измеряемая сторона объекта или явления (эталону присваивается числовое значение «1»). Существует множество единиц измерения, соответствующее множеству объектов, явлений, их свойств, сторон, связей, которые приходится измерять в процессе научного познания. При этом единицы измерения подразделяются на основные, выбираемые в качестве базисных при построении системы единиц, и производные, выводимые из других единиц с помощью, каких-то математических соотношений.

Методика построения системы единиц как совокупности основных и производных была

впервые предложена в 1832 году К. Гауссом. Он построил систему единиц, в которой за основу были приняты три произвольные, независимые друг от друга основные единицы: длины (миллиметр), массы (миллиграмм) и времени (секунда). Все остальные (производные) единицы можно было определить с помощью этих трех. В дальнейшем с развитием науки и техники появились и другие системы единиц физических величин, построенные по принципу, предложенному Гауссом. Они базировались на метрической системе мер, но отличались друг от друга основными единицами.

Кроме того, в физике появились так называемые естественные системы единиц. Их основные единицы определялись из законов природы (это исключало произвол человека при построении указанных систем). Примером может служить «естественная» система физических единиц, предложенная в свое время Максом Планком. В ее основу были положены «мировые постоянные»: скорость света в пустоте, постоянная тяготения, постоянная Больцмана и постоянная Планка. Исходя из них и приравняв их к «1», Планк получил ряд производных единиц (длины, массы, времени и температуры). Планк так писал по поводу единиц предложенной им системы: «Эти величины сохраняют свое естественное значение, пока законы всемирного тяготения, распространения света в пустоте и два основных начала термодинамики останутся неизменными; они должны получаться одинаковыми, какими бы разумными существами и какими бы методами они ни определялись» [29].

Основное значение «естественных» систем единиц (к ним относится также система атомных единиц Хартри и некоторые другие) состоит в существенном упрощении вида отдельных уравнений физики. Однако размеры единиц таких систем делают их малоудобными для практики. Кроме того, точность измерения основных единиц подобных систем, необходимая для установления всех производных единиц, еще далеко недостаточна. В силу указанных причин предложенные до сих пор «естественные» системы единиц не могут в настоящее время найти применения при решении вопроса об унификации единиц измерения.

Вопрос об обеспечении единообразия в измерении величин, отражающих те или иные явления материального мира, всегда был очень важным. Отсутствие такого единообразия порождало существенные трудности для научного познания. Например, до 1880 года включительно не существовало единства в измерении электрических величин: использовалось 15 различных единиц электрического сопротивления, 8 единиц электродвижущей силы, 5 единиц электрического тока и т. д. Сложившееся положение сильно затрудняло сопоставление результатов измерений и расчетов, выполненных различными исследователями. Остро ощущалась необходимость введения единой системы электрических единиц. Такая система была принята первым международным конгрессом по электричеству, состоявшимся в 1881 году.

В настоящее время в естествознании действует преимущественно Международная система единиц (СИ), принятая в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам. Международная система единиц построена на базе семи основных (метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, кандела, моль) и двух дополнительных (радиан, стерадиан) единиц. С помощью специальной таблицы множителей и приставок можно образовывать кратные и дольные единицы (например, с помощью множителя  $10^{\circ}$  и приставки «милли» к наименованию любой из названных выше единиц измерения можно образовывать дольную единицу размером в одну тысячную от исходной).

Международная система единиц физических величин является наиболее совершенной и универсальной из всех существовавших до настоящего времени. Она охватывает физические величины механики, термодинамики, электродинамики и оптики, которые связаны между собой физическими законами.

Потребность в единой международной системе единиц измерения в условиях современной научно-технической революции очень велика. Поэтому такие международные организации, как ЮНЕСКО и международная организация законодательной метрологии, призвали государства, являющиеся членами этих организаций, принять вышеупомянутую Международную систему единиц и градуировать в этих единицах все измерительные приборы.

Существует несколько видов измерений. Исходя из характера зависимости измеряемой величины от времени, измерения разделяют на статические и динамические. При статических измерениях величина, которую мы измеряем, остается постоянной во времени (измерение

размеров тел, постоянного давления и т. п.). К динамическим относятся такие измерения, в процессе которых измеряемая величина меняется во времени (измерение вибраций, пульсирующих давлений и т. п.).

По способу получения результатов различают измерения прямые и косвенные. В прямых измерениях искомое значение измеряемой величины получается путем непосредственного сравнения ее с эталоном или выдается измерительным прибором. При косвенном измерении искомую величину определяют на основании известной математической зависимости между этой величиной и другими величинами, получаемыми путем прямых измерений (например, нахождение удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения). Косвенные измерения широко используются в тех случаях, когда искомую величину невозможно или слишком сложно измерить непосредственно или когда прямое измерение дает менее точный результат. Технические возможности измерительных приборов в значительной мере отражают уровень развития науки. С современной точки зрения, приборы, использовавшиеся учеными-естествоиспытателями в XIX в. и в начале XX столетия, были весьма несовершенны. Тем не менее с помощью этих приборов ставились иногда блестящие эксперименты, оставившие заметный след в истории науки, открывались и изучались важные закономерности природы.

С прогрессом науки продвигается вперед и измерительная техника. Наряду с совершенствованием существующих измерительных приборов, работающих на основе традиционных, утвердившихся принципов (замена материалов, из которых сделаны детали прибора, внесение в его конструкцию отдельных изменений и т. д.), происходит переход к принципиально новым конструкциям измерительных устройств, основанным на новых теоретических предпосылках. Так, например, использование эффекта Мессбауэра позволило создать прибор с разрешающей способностью порядка  $10^{13}$  % измеряемой величины.

### Глава 3 ОБЩЕНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

Теоретический уровень научного исследования является рациональной (логической) ступенью познания. На теоретическом уровне с помощью мышления происходит переход от чувственно-конкретного представления об объекте исследования к логически-конкретному. Логически-конкретное есть теоретически воспроизведенное в мышлении исследователя конкретное представление об объекте во всем богатстве его содержания. На теоретическом уровне используются следующие методы познания: абстракция, идеализация, мысленный эксперимент, индукция, дедукция, анализ, синтез, аналогия, моделирование.

#### Абстракция

*Абстрагирование* — это мысленное отвлечение от каких-то менее существенных свойств, сторон, признаков изучаемого объекта или явления с одновременным выделением, формированием одной или нескольких существенных сторон, свойств, признаков. Результат, получаемый в процессе абстрагирования называют абстракцией. Наиболее общие и абстрактные понятия, идеи и концепции естествознания выражают общие и глубокие свойства природы.

Ниже приведены определения основных абстракций естествознания.

*Материя* — это философская категория для обозначения объективной реальности, которая отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них.

В классическом представлении в естествознании различают два вида материи: вещество и поле. В современном представлении к этим двум следует добавить третий вид материи — *физический вакуум*.

В классической механике Ньютона в качестве вещественных образований выступают материальная частица малых размеров — корпускула, часто называемая материальной точкой, и физическое тело или простое тело как единая система корпускул, связанных между собой. Идеальными и предельно абстрактными физическими образами реально существующих частиц и тел в классической механике служат *материальная точка и абсолютно твердое тело* как система материальных точек.

Повседневный опыт показывает, что тела действуют друг на друга, что приводит к

всевозможным изменениям и движениям. Взаимодействие тел в макромире происходит под действием силы тяготения и электромагнитных сил. В классической механике понятие силы является фундаментальным. *Сила* — физическая мера взаимодействия тел и причина изменения их механического движения, т. е. их перемещения друг относительно друга.

Источником силы в соответствии с законом всемирного тяготения является *масса* тел. Согласно квантовой теории поля, частицы, обладающие массой, могут рождаться из физического вакуума, представляющего собой совокупность частиц с соответствующими им античастицами, при достаточно высокой концентрации энергии. Таким образом, энергия выступает как еще более фундаментальная и общая концепция, чем масса, поскольку энергия присуща не только веществу, но и безмассовым полям.

*Движение* — неотъемлемое свойство материи. Для количественного описания движения сформировались представления о *пространстве и времени*.

Движение в самом общем виде рассматривается как изменение состояния физической системы. Для описания состояния вводится набор измеряемых параметров, к которым со времён Декарта относятся *пространственно-временные координаты*. В физике используются и другие параметры состояния систем: *импульс, энергия, температура, спин*.

### **Идеализация**

*Идеализация* — это особый вид абстрагирования. Это мысленное внесение определённых изменений в изучаемый объект в соответствии с целями исследований. Приведем примеры идеализации.

*Материальная точка* — тело лишённое всяких размеров. Это абстрактный объект, размерами которого пренебрегают, удобен при описании движения.

*Абсолютно черное тело* — наделяется несуществующим в природе свойством поглощать абсолютно всю попадающую на него лучистую энергию, ничего не отражая и не пропуская сквозь себя. Спектр излучения абсолютно черного тела является идеальным случаем, поскольку на него не оказывает влияния природа вещества излучателя или состояние его поверхности.

Идеализацию применяют когда:

1. Реальные объекты слишком сложны для имеющихся средств теоретического и, в частности, математического анализа;
2. Необходимо исключить влияние побочных свойств и процессов, скрывающих сущность явления, например, идеальная паровая машина Карно;
3. Исключаемые из рассмотрения свойства, стороны объекта в рамках данного исследования не влияют на его сущность. Например, в ряде случаев атомы можно рассматривать в качестве материальной точки, но не в случае изучения самого атома.

При использовании идеализации следует учитывать их ограниченность в ряде случаев:

- Развитие научного познания заставляет иногда отказываться от принятых ранее идеализированных представлений. Например, Эйнштейн отказался от ньютоновских идеализации «абсолютного пространства» и «абсолютного времени».
- Идеализация ограничена изучаемой областью явлений и служит для решения только определённых проблем. Например, «абсолютно черное тело».
- Эвристическая ценность идеализации определяется исходными теоретическими предпосылками. Например, удачная идеализация Сади Карно тепловой машины подводила к открытию механического эквивалента теплоты, однако он этого не сделал, т. к. верил в «теплород».

### **Мысленный эксперимент**

*Мысленный эксперимент* — это метод теоретического познания, который предполагает оперирование идеальным объектом. Это мысленный подбор положений, ситуаций, которые позволяют обнаружить важные особенности исследуемого объекта. В этом он имеет сходство с реальным экспериментом. Кроме того, он предваряет реальный эксперимент в виде процедуры планирования.

Необходимо отметить следующие отличия мысленного эксперимента от реального:

1. Исследователь оперирует не с реальными, а с идеализированными объектами. Оперирование производится в сознании. Он не требует материального обеспечения.

2. Позволяет устранить мешающие физические ограничения. Примером служат мысленные эксперименты Галилея с исключением трения, которые привели к открытию закона инерции.

3. Мысленный эксперимент имеет эвристическую ценность. Например, мысленный эксперимент В. Гейзенберга. «В этом мысленном эксперименте соотношение неопределенности было найдено благодаря абстрагированию, разделившему целостную структуру электрона на две противоположности: волну и корпускулу. Тем самым совпадение результата мысленного эксперимента с результатом, полученным математическим путем, означало доказательство объективно существующей противоречивости электрона как цельного материального образования и дало возможность понять это классически» [21].

### **Формализация**

*Формализация* — это метод теоретического познания, который заключается в использовании специальной символики, позволяющей отвлечься от изучения реальных объектов, от содержания описывающих их теоретических положений и оперировать вместо этого некоторым множеством символов, знаков. Примером формализации могут служить математические описания объектов и явлений, основанные на соответствующих теориях. При этом используемая математическая символика не только помогает закрепить уже имеющиеся знания об исследуемых объектах, явлениях, но и выступает своего рода инструментом в процессе их дальнейшего познания.

Для построения любой формальной системы необходимо:

- ▶ задание алфавита, т. е. определенного набора знаков;
- ▶ задание правил, по которым из исходных знаков этого алфавита могут быть получены «слова», «формулы»;
- ▶ задание правил, по которым от одних слов, формул данной системы можно переходить к другим словам и формулам.

В результате создается формальная знаковая система в виде определенного искусственного языка. Важным достоинством этой системы является возможность проведения в ее рамках исследования какого-либо объекта чисто формальным путем (оперирование знаками) без непосредственного обращения к этому объекту.

Другое достоинство формализации состоит в обеспечении краткости и четкости записи научной информации, что открывает большие возможности для оперирования ею. Вряд ли удалось бы успешно пользоваться, например, теоретическими выводами Максвелла, если бы они не были компактно выражены в виде математических уравнений, а описывались бы с помощью обычного, естественного языка.

Разумеется, формализованные искусственные языки не обладают гибкостью и богатством языка естественного. Зато в них отсутствует многозначность терминов (полисемия), свойственная естественным языкам. Они характеризуются точно построенным синтаксисом, устанавливающим правила связи между знаками безотносительно их содержания, и однозначной семантикой (семантические правила формализованного языка вполне однозначно определяют соотношенность знаковой системы с определенной предметной областью). Таким образом, формализованный язык обладает свойством моносемичности.

Возможность представить те или иные теоретические положения науки в виде формализованной знаковой системы имеет большое значение для познания. Но при этом следует иметь в виду, что формализация той или иной теории возможна только при учете ее содержательной стороны. Только в этом случае могут быть правильно применены те или иные формализмы. «Голое математическое уравнение еще не представляет физической теории, чтобы получить физическую теорию, необходимо придать математическим символам конкретное эмпирическое содержание» [30].

Поучительным примером формально полученного и на первый взгляд «бесмысленного» результата, который обнаружил впоследствии весьма глубокий физический смысл, являются решения уравнения Дирака, описывающие движение электрона. Среди этих решений оказались такие, которые соответствовали состояниям с отрицательной кинетической энергией. Позднее было установлено, что указанные решения описывали поведение неизвестной до этого частицы —

позитрона, являющегося антиподом электрона. В данном случае некоторое множество формальных преобразований привело к новому содержательному результату.

Расширяющееся использование формализации как метода теоретического познания связано не только с развитием математики. В химии, например, соответствующая химическая символика вместе с правилами оперирования ею также является одним из вариантов формализованного искусственного языка. Важное место метод формализации занимает в логике. Труды Лейбница положили начало созданию метода логических исчислений. Последний привел к формированию в середине XIX века математической логики, которая во второй половине XX столетия сыграла важную роль в развитии кибернетики, в появлении электронных вычислительных машин, в решении задач автоматизации и т. д.

Однако, возможности любого формализованного языка остаются принципиально ограниченными. Они не могут быть единственной формой языка современной науки. «Но в той мере, в какой адекватность немыслима без точности, тенденция к возрастающей формализации языков всех и особенно естественных наук является объективной и прогрессивной...» [31].

### **Индукция и дедукция**

*Индукция* — (от лат. induction — наведение, побуждение) это метод познания, основывающийся на формальнологическом умозаключении, которое приводит к получению общего вывода на основании частных посылок. Другими словами, это есть движение нашего мышления от частного, единичного к общему. Обнаруживая сходные признаки, свойства у многих объектов определенного класса, исследователь делает вывод о присущности этих признаков, свойств всем объектам данного класса. Например, в процессе экспериментального изучения электрических явлений использовались проводники тока, выполненные из различных металлов. На основании многочисленных единичных опытов сформировался общий вывод об электропроводности всех металлов. Наряду с другими методами познания, индуктивный метод сыграл важную роль в открытии некоторых законов природы (всемирного тяготения, атмосферного давления, теплового расширения тел и др.). Индукция, используемая в научном познании (научная индукция), может реализовываться в виде следующих методов:

1. *Метод единственного сходства* (во всех случаях наблюдения какого-то явления обнаруживается лишь один общий фактор, все другие — различны; следовательно, этот единственный сходный фактор является причиной данного явления).

2. *Метод единственного различия* (если для какого-то явления обстоятельства, при которых оно не возникает, почти во всем сходны и различаются лишь одним фактором, присутствующим только в первом случае, то можно сделать вывод, что этот фактор и есть причина данного явления).

3. *Соединенный метод сходства и различия* (представляет собой комбинацию двух вышеуказанных методов).

4. *Метод сопутствующих изменений* (если определенные изменения одного явления всякий раз влекут за собой некоторые изменения в другом явлении, то отсюда вытекает вывод о причинной связи этих явлений).

5. *Метод остатков* (если сложное явление вызывается многофакторной причиной, причем некоторые из этих факторов известны как причина какой-то части данного явления, то отсюда следует вывод: причина другой части явления — остальные факторы, входящие в общую причину этого явления).

Популяризатором классического индуктивного метода познания был Френсис Бэкон. Но он трактовал индукцию слишком широко, считал ее самым важным методом открытия новых истин в науке, главным средством научного познания природы. На самом же деле вышеуказанные методы научной индукции служат главным образом для нахождения эмпирических зависимостей между экспериментально наблюдаемыми свойствами объектов и явлений. В них систематизированы простейшие формально-логические приемы, которые стихийно использовались учеными-естествоиспытателями в любом эмпирическом исследовании.

*Дедукция* — (от лат. deduction — выведение) есть получение частных выводов на основе знания каких-то общих положений. Другими словами, это есть движение нашего мышления от общего положения, например, того положения, что все металлы обладают электропроводностью, можно сделать дедуктивное умозаключение об электропроводности конкретной медной проволоки (зная,

что медь — металл). Если исходные общие положения истинны, то методом дедукции будет получен истинный вывод. Особенно большое значение дедуктивный метод имеет в математике. Оперировав математическими абстракциями и строя свои рассуждения на весьма общих положениях, математики вынуждены чаще всего пользоваться дедукцией. Математика является, пожалуй, единственной собственно дедуктивной наукой. Активным сторонником дедуктивного метода познания в науке был Рене Декарт. Он односторонне преувеличивал значение интеллектуальной стороны за счет опытной в процессе познания.

Однако, несмотря на имевшие место в истории науки и философии попытки оторвать индукцию от дедукции, противопоставить их, в реальном процессе научного познания оба эти два метода используются на соответствующем этапе познавательного процесса. Более того, в процессе использования индуктивного метода зачастую «в скрытом виде» присутствует и дедукция. «Обобщая факты в соответствии с какими-то идеями, мы тем самым косвенно выводим получаемые нами обобщения из этих идей, причем далеко не всегда отдаем себе в этом отчет. Кажется, что наша мысль движется прямо от фактов к обобщениям, т. е., что тут присутствует чистая индукция. На самом же деле, сообразуясь с какими-то идеями, иначе говоря, неявно руководствуясь ими в процессе обобщения фактов, наша мысль косвенно идет от идей к этим обобщениям, и, следовательно, тут имеет место и дедукция... Можно сказать, что во всех случаях, когда мы обобщаем, сообразуясь с какими-либо философскими положениями, наши умозаключения являются не только индукцией, но и скрытой дедукцией» [32].

## Глава 4 ОБЩЕНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ЭМПИРИЧЕСКОМ И ТЕОРЕТИЧЕСКОМ УРОВНЯХ ПОЗНАНИЯ

### Анализ и синтез

Под анализом понимают разделение объекта (мысленно или реально) на составные частицы с целью их отдельного изучения. В качестве таких частей могут быть какие-то вещественные элементы объекта или же его свойства, признаки, отношения и т. п. Анализ является необходимым и важным этапом в познании объекта. Но он составляет лишь первый этап процесса познания. Для постижения объекта как единого целого нельзя ограничиваться изучением лишь его составных частей. В процессе познания необходимо вскрывать объективно существующие связи между ними, рассматривать их в совокупности, в единстве. Осуществить этот второй этап в процессе познания — перейти от изучения отдельных составных частей объекта к изучению его как единого связанного целого — возможно только в том случае, если метод анализа дополняется другим методом — синтезом. В процессе синтеза производится соединение воедино составных частей (сторон, свойств, признаков и т. д.) изучаемого объекта, расчлененных в результате анализа. На этой основе происходит дальнейшее изучение объекта, но уже как единого целого. При этом синтез не означает простого механического соединения разъединенных элементов в единую систему. Он раскрывает место и роль каждого элемента в системе целого, устанавливает их взаимосвязь и взаимообусловленность.

Анализ и синтез с успехом используются и в сфере мыслительной деятельности человека, т. е. в теоретическом познании. Но и здесь, как и на эмпирическом уровне познания, анализ и синтез — это не две оторванные друг от друга операции. По своему существу они — как бы две стороны единого аналитико-синтетического метода познания.

### Аналогия и моделирование

Под *аналогией* понимается подобие, сходство каких-то свойств, признаков или отношений у различных в целом объектов. Установленные сходства (или различия) между объектами осуществляется в результате сравнения. Таким образом, сравнение лежит в основе метода аналогии.

Если делается логический вывод о наличии какого-либо свойства, признака, отношения у изучаемого объекта на основании установленного его сходства с другими объектами, то этот вывод называют умозаключением по аналогии. Ход такого умозаключения можно представить

следующим образом. Пусть имеется, например, два объекта: А и В. Известно, что объекту А присущи свойства  $P_1, P_2, \dots, P_n, P_{n+1}$ . Изучение объекта В показало, что ему присущи свойства  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , совпадающие соответственно со свойствами объекта А. На основании сходства ряда свойств ( $P_1, P_2, \dots, P_n$ ) у обоих объектов может быть сделано предположение о наличии свойств  $P_{n+1}$  у объекта В. Степень вероятности получения правильного умозаключения по аналогии будет тем выше, чем: 1) больше известно общих свойств у сравниваемых объектов; 2) существеннее обнаруженные у них общие свойства и 3) глубже познана взаимная закономерная связь этих сходных свойств. При этом нужно иметь в виду, что если объект, в отношении которого делается умозаключение по аналогии с другим объектом, обладает каким-нибудь свойством, не совместимым с тем свойством, о существовании которого должен быть сделан вывод, то общее сходство этих объектов утрачивает всякое значение. Указанные соображения об умозаключении по аналогии можно дополнить также и следующими правилами: 1) общие свойства должны быть любыми свойствами сравниваемых объектов, т. е. подбираться «без предубеждения» против свойств какого-либо типа; 2) свойство  $P_{n+1}$  должно быть того же типа, что и общие свойства  $P_1, P_2, \dots, P_n$ ; 3) общие свойства  $P_1, P_2, \dots, P_n$  должны быть возможно более специфичными для сравниваемых объектов, т. е. принадлежать возможно меньшему кругу объектов; 4) свойство  $P_{n+1}$  наоборот, должно быть наименее специфичным, т. е. принадлежать возможно большему кругу объектов [33].

Метод аналогии применяется в самых различных областях науки: в математике, физике, химии, кибернетике, в гуманитарных дисциплинах и т. д. Существуют различные типы выводов по аналогии. Но общим для них является то, что во всех случаях непосредственному исследованию подвергается один объект, а вывод делается о другом объекте. Поэтому вывод по аналогии в самом общем смысле можно определить как перенос информации с одного объекта на другой. При этом первый объект, который собственно и подвергается исследованию, именуется моделью, а другой объект, на который переносится информация, полученная в результате исследования первого объекта (модели), называется оригиналом (иногда — прототипом, образцом и т. д.). Таким образом, модель всегда выступает как аналогия, т. е. модель и отображаемый с ее помощью объект (оригинал) находятся в определенном сходстве (подобии).

В зависимости от характера используемых в научном исследовании моделей различают несколько видов моделирования.

1. *Мысленное (идеальное) моделирование.* К этому виду моделирования относятся самые различные мысленные представления в форме тех или иных воображаемых моделей. Например, в идеальной модели электромагнитного поля, созданной Дж. Максвеллом, силовые линии представлялись в виде трубок различного сечения, по которым течет воображаемая жидкость, не обладающая инерцией и сжимаемостью. Модель атома, предложенная Э. Резерфордом, напоминала Солнечную систему: вокруг ядра «Солнца» обращались электроны «планеты». Следует заметить, что мысленные модели нередко могут быть реализованы материально в виде чувственно воспринимаемых физических моделей.

2. *Физическое моделирование.* Оно характеризуется физическим подобием между моделью и оригиналом и имеет целью воспроизведение в модели процессов, свойственных оригиналу. По результатам исследования тех или иных физических свойств модели судят о явлениях, происходящих (или могущих произойти) в естественных условиях.

3. *Символическое (знаковое) моделирование.* Оно связано с условно-знаковым представлением каких-то свойств, отношений объекта-оригинала. К символическим (знаковым) моделям относятся разнообразные топологические и графовые представления (в виде графиков, номограмм, схем и т. п.) исследуемых объектов или, например, модели, представленные в виде химической символики и отражающие состояние или соотношение элементов во время химических реакций. Особой и очень важной разновидностью символического (знакового) моделирования является математическое моделирование.

4. *Численное моделирование на электронных вычислительных машинах.* Эта разновидность моделирования основывается на ранее созданной математической модели изучаемого объекта или явления и применяется в случаях больших объемов вычислений, необходимых для исследования.

## Глава 5 ГИПОТЕТИКО-ДЕДУКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПОЗНАНИЯ

Процесс научного познания объектов и явлений окружающего мира требует использования научного метода и комплексного применения изложенных методов познания, исходя из поставленной задачи.

### Этапы познания

*Этапы познания* могут быть сформулированы следующим образом:

1. Установление эмпирических фактов с использованием методов эмпирического уровня познания.
2. Первичное обобщение эмпирических фактов.
3. Выявление отклоняющихся от правила фактов.
4. Выдвижение теоретической гипотезы, которая бы учитывала изученную совокупность эмпирических данных. Теоретическое обобщение всего экспериментального материала.
5. Логический вывод (дедукция) из гипотезы по всей совокупности наблюдаемых фактов, что является ее проверкой на истинность.
6. Практическая проверка гипотезы, что дает ей статус теоретического закона.

Следует отметить, что в рамках этой модели переход от эмпирических наблюдений, измерений, экспериментов к построению теоретической гипотезы является субъективным творческим процессом и здесь большое значение имеет то, в рамках какой парадигмы творит тот или иной ученый, каково его мировоззрение. Существенным элементом перехода от эмпирического уровня познания к теоретическому уровню, — т. е. процесса поиска причины явления — является проведение корректного системного анализа изучаемых объектов и явлений. В процедуре поиска причины, производимой в рамках системного подхода, можно выделить следующие этапы:

- а) выделение относительно изолированной системы, элементом которой является данная вещь, явление;
- б) вскрытие основного, главного взаимодействия внутри этой системы, которое определяет данное поведение системы;
- в) выделение части причины, выражающей внутреннюю природу явления, а также части, отражающей внешние воздействия.

Если выбор объясняющей теории произведен корректно, то полученное знание можно назвать научным.

### Характеристика научного знания

*Научное знание* характеризуется следующими особенностями:

Оно универсально, т. е. дает понимание объектов и явлений, независимо от их конкретных характеристик, связанных с местоположением, временем, особенностями изучающего субъекта и т. п.;

Оно отличается согласованностью или непротиворечивостью, что обеспечивается дедуктивным способом развертывания системы знания, характерным для рационального научного мышления;

Оно просто; в том смысле, что объясняет максимально широкий круг явлений, опираясь на минимальное количество научных принципов;

Имеет хороший объяснительный потенциал, т. е. в рамках предложенной теории находят объяснение все объекты и явления того класса, на который эта теория рассчитана;

Имеет предсказательную силу, т. е. может предсказывать те явления, которые не были непосредственно исследованы.

Проверка теории на истинность проводится по следующим критериям:

- 1) Эмпирическая проверяемость. *Принцип верификации.*
- 2) Принципиальная возможность опровержения знания. *Принцип фальсификации.*
- 3) Соблюдение требований *рационального мышления* с использованием дедуктивного метода.

Остановимся подробнее на характеристике каждого из этих критериев. *Принцип верификации* признает научным знание, которое является эмпирически проверяемым. Возможна и косвенная верификация. Например, хотя опытный аналог понятия «кварк» (гипотетическая частица) отсутствует, однако кварковая теория предсказывает ряд явлений, которые уже можно зафиксировать опытным путем, экспериментально, что служит косвенным подтверждением истин-

ности теории. Этот принцип позволяет отличить научное знание от ненаучного. Однако, следует отметить, что существуют также знания, основанные на определенных идеях, на вере и пр. Это знание также подтверждается опытом, однако его нельзя назвать научным. Для отделения этого знания К. Поппером был предложен принцип фальсификации. В соответствии с ним лишь то знание может претендовать на знание «научного», которое в принципе опровержимо. Поппер подчеркивал силу единственного опровержения следующим примером. Никакое количество падающих яблок не достаточно для окончательного подтверждения закона всемирного тяготения. Но достаточно всего лишь одного яблока, которое бы полетело вверх, для того чтобы опровергнуть закон. Этот принцип является основанием для существования в современной науке критицизма, стимулирующего ее дальнейшее развитие. Применяя эти общие принципы, с помощью традиционного рационального логического мышления ученые обычно в состоянии отличить научное знание от ненаучного. Предпосылки рационального логического мышления заключаются в признании:

- ▶ разумной инженерной организации окружающего мира;
- ▶ существования универсальных, закономерных и доступных разуму причинных связей;
- ▶ возможности формального доказательства как важнейшего средства обоснования знания, поскольку любому следствию соответствует большая причина.

Не следует забывать, что на пути оценки истинности научного знания возможны серьезные ошибки и обольщения. Наука представляет собой лишь часть духовной культуры человечества и подвержена многочисленным влияниям. В этом источник ее ограниченности.

#### **Границы научного метода**

Ограниченность научного метода связана, в основном, с присутствием субъективного элемента в познании и обусловлена следующими причинами.

Человеческий опыт, являющийся источником и средством познания окружающего мира, ограничен

Чувства человека позволяют ему лишь ограниченно ориентироваться в окружающем мире.

Ограничены возможности опытного познания человеком окружающего мира.

Мыслительные возможности человека велики, однако ограничены его греховным состоянием.

Господствующая парадигма, религия, философия, социальные условия и другие элементы культуры неизбежно влияют на мировоззрение ученых, а следовательно, и на научный результат.

Христианское мировоззрение исходит из того, что вся полнота знания явлена Творцом и человеку дана возможность обладания им, однако греховное состояние человека ограничивает его способности к познанию. Тем не менее человек способен к богопознанию, т. е. может познать себя и окружающий мир, увидеть проявление черт Творца в себе и в окружающем мире. Не следует забывать, что научный метод является лишь инструментом познания и в зависимости от того в чьих руках он находится может принести пользу или вред.

Вопросы и задания для самостоятельной работы:

1. Назовите основные черты рационального мышления.
2. Назовите формы научного знания
3. Приведите классификацию методов научного познания.
4. Приведите примеры непосредственных, опосредованных и косвенных наблюдений.
5. Какова взаимосвязь эмпирических методов научного исследования.
6. Перечислите условия необходимые для подготовки и проведения эксперимента.
7. Теоретические методы научного исследования.
8. Приведите примеры абстракций, идеализации, мысленных экспериментов, индукции, дедукции, анализа, синтеза, аналогии и моделирования.
9. Гипотетико-дедуктивная модель познания.
10. Перечислите отличительные черты научного знания.
11. В чем заключается ограниченность научного метода?

## **ЧАСТЬ IV ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ МАКРОУРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ**

### **Глава 1 ОСНОВЫ МЕХАНИСТИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

### **Классическая концепция Ньютона**

Поскольку современные научные представления о структурных уровнях организации материи были выработаны классической наукой в ходе исследований, применимых только к объектам макроуровня, то мы начнем с рассмотрения концепций макроуровня организации материи, в частности, с концепций классической физики.

Классическая механика Ньютона объясняет множество физических явлений и процессов в земных и внеземных условиях и составляет основу для многих технических достижений в течение длительного времени. На ее фундаменте сформировались многие методы научных исследований в различных отраслях естествознания, во многом она определяла мышление и мировоззрение. Вплоть до начала XX в. в науке господствовало механистическое мировоззрение, физическая сущность которого заключается в том, что все явления природы можно объяснить движениями частиц и тел. Примером большого успеха механистического представления физических процессов можно считать разработку молекулярно-кинетической теории вещества, позволившей понять тепловые процессы. В книге «Эволюция физики» [16] А. Эйнштейн и Л. Инфельд назвали развитие кинетической теории вещества одним из величайших достижений науки, непосредственно вызванной механистическим воззрением. Сущность концепции Ньютона наиболее кратко и отчетливо выразил А. Эйнштейн: «Согласно ньютоновской системе, физическая реальность характеризуется понятиями пространства, времени, материальной точки и силы (взаимодействия точек). В ньютоновской концепции под физическими событиями следует понимать движение материальных точек в пространстве, управляемое неизменными законами. Материальная точка есть единственный способ нашего представления реальности, поскольку реальное способно к изменению. Понятию материальной точки соответствуют обычные воспринимаемые нами тела; материальную точку мыслят как аналогию подвижных тел, лишенных таких признаков, как протяженность, форма, ориентация в пространстве, и всех «внутренних» свойств, за исключением только инерции и перемещения, и с добавлением понятия силы. Материальные тела, которые психологически привели к образованию понятия «материальной точки», должны были теперь сами рассматриваться как система в сущности атомистическая и механическая. Все события должны были толковаться чисто механически, т. е. просто как движение материальных точек в соответствии с законами Ньютона. В рамках механической картины мира, разработанной И. Ньютоном и его последователями, сложилась дискретная (корпускулярная) модель реальности. Материя рассматривалась как вещественная субстанция, состоящая из отдельных частиц — атомов или корпускулы. Атомы абсолютно прочны, неделимы, непроницаемы, характеризуются наличием массы и веса. Масса выступает не только как мера гравитационного взаимодействия, но и как мера инертности тел, т. е. способности тел сопротивляться воздействию сил, стремящихся изменить состояние их движения, изменить их скорость». В 1667 г. Ньютон сформулировал три закона динамики, составляющие основной раздел классической механики.

**Законы Ньютона** играют исключительную роль в механике и являются (как и большинство физических законов) обобщением результатов огромного человеческого опыта, о чем сам Ньютон образно сказал: «Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов». Законы Ньютона рассматривают обычно как систему взаимосвязанных законов.

**Первый закон Ньютона:** всякая материальная точка (тело) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит ее изменить это состояние.

Стремление тела сохранить состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется инертностью, или инерцией. Поэтому первый закон Ньютона называют также законом инерции.

Для количественной формулировки второго закона динамики вводятся понятия ускорения  $a$ , массы тела  $m$  и силы  $F$ . Ускорением характеризуется быстрота изменения скорости движения тела. Масса тела — физическая величина — одна из основных характеристик материи, определяющая ее инерционные {инертная масса} и гравитационные (тяжелая или гравитационная масса) свойства. Сила — это векторная величина, мера механического воздействия на тело со стороны других тел или полей, в результате которого тело приобретает ускорение или изменяет свою форму и размеры.

**Второй закон Ньютона:** ускорение, приобретаемое материальной точкой (телом), пропорционально вызывающей его силе и обратно пропорционально массе материальной точки (тела):

$$a = F/m$$

Второй закон Ньютона справедлив только в инерциальных системах отсчета. Первый закон Ньютона можно получить из второго. Действительно, в случае равенства нулю равнодействующих сил (при отсутствии воздействия на тело со стороны других тел) ускорение также равно нулю. Однако первый закон Ньютона рассматривается как самостоятельный закон, а не как следствие второго закона, так как именно он утверждает существование инерциальных систем отсчета.

Взаимодействие между материальными точками (телами) определяется **третьим законом Ньютона:** всякое действие материальных точек (тел) друг на друга носит характер взаимодействия; силы, с которыми действуют друг на друга материальные точки, всегда равны по модулю, противоположно направлены и действуют вдоль прямой, соединяющей эти точки:

$$F_{12} = -F_{21}$$

где  $F_{12}$  — сила, действующая на первую материальную точку со стороны второй;  $F_{21}$  — сила, действующая на вторую материальную точку со стороны первой. Эти силы приложены к разным материальным точкам (телам), всегда действуют парами и являются силами одной природы. Третий закон Ньютона позволяет осуществить переход от динамики отдельной материальной точки к динамике системы материальных точек, характеризующихся парным взаимодействием.

И. Ньютон, опираясь на труды Галилея, разработал строгую научную теорию механики, описывающую и движение небесных тел, и движение земных объектов одними и теми же законами. Природа рассматривалась как сложная механическая система.

Еще Галилей, исходя из соответствующих мысленных экспериментов с возможным расчленением рассматриваемых тел на отдельные составляющие, сделал логический вывод об одинаковом, с одним и тем же ускорением, свободном падении всех земных тел в пустоте. Из этого вывода в сочетании с основным законом динамики Ньютона (сила, изменяющая естественное состояние покоя или равномерного прямолинейного движения тела, пропорциональна ускорению данного тела с его инертной массой в качестве коэффициента пропорциональности) вытекает не только пропорциональность рассматриваемой силы тяготения массе притягиваемого тела  $m_1$  но и массе притягивающего тела  $m_2$ , т. е. произведению масс обоих взаимодействующих тел. *Если взаимодействующие тела принять за материальные точки, расположенные на расстоянии  $r$  друг от друга, то для силы гравитационного взаимодействия  $F$  можно написать:*

$$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2,$$

где  $G$  — гравитационная постоянная.

Данной формулой определяется закон всемирного тяготения, сформулированный Ньютоном. К числу важнейших законов механики относится также закон сохранения механической энергии.

### **Понятие энергии в механике**

Формирование понятия механической работы связано с открытием закона сохранения механической энергии. Понятие работы выражает собой факт превращения механического движения в другие формы движения и дает количественное выражение этому превращению. Г. Гельмгольц ввел вместо механической работы новую количественную характеристику, которая равна работе по величине, но берется с противоположным знаком. Эта характеристика соответствует современному понятию потенциальной энергии. Гельмгольц назвал ее напряжением, а вместо величины  $mV^2$  он предлагает рассматривать в качестве «живой силы» величину  $mV^2/2$  и получает закон сохранения механической «силы»:

$$\text{живая сила} + \text{напряжение} = \text{const}$$

«Сумма существующих в природе напряженных сил и живых постоянна. В этой наиболее общей формулировке мы можем наш закон назвать принципом сохранения сил» [34]. По-существу, Гельмгольц сформулировал закон сохранения механической энергии.

Живая сила впоследствии получила название кинетической энергии ( $mV^2/2$ ). Ее можно передать телу при столкновении, как это имело место в случае удара шаров. Ее можно также получить, подталкивая тело с помощью действия некоторой силы. Если тело под действием силы  $F$  выходит из состояния покоя и движется с увеличивающейся скоростью в течение некоторого времени  $t$ . За

это время скорость тела возрастает до значения  $V$ , и тело проходит некоторое расстояние  $x$ . Можно показать, используя законы механики, что справедливо равенство:

$$F x = mV^2/2.$$

Величину  $Fx$ , равную произведению силы на расстояние, на котором она действовала на тело, принято называть работой  $A$

$$A = F x.$$

Тело за счет своего запаса кинетической энергии может произвести столько же работы. Если на пути движущегося тела окажется какое-то другое тело, скажем, пружина, то тело, налетая на пружину, будет сжимать ее, создавая перемещение ее звеньев относительно друг друга, то есть будет действовать на пружину с некоторой силой. В конце концов тело остановится, растратив всю свою энергию движения на совершение работы по сжатию пружины. Вслед за этим пружина начнет расширяться и будет толкать тело назад. То есть при своем расширении пружина совершит работу над телом, которая вся уйдет на увеличение кинетической энергии тела после остановки. Если пружина хорошая, упругая, то можно будет констатировать практическое равенство кинетической энергии тела до и после взаимодействия с пружиной; само тело в эти мгновения покоится, так как запас ее кинетической энергии уже растрочен на совершение работы по сжатию пружины, он перешел в запас, энергии, которой обладает пружина в сжатом состоянии — «мертвой силы», как ее первоначально называли. Эту неподвижную форму энергии называют потенциальной энергией, как бы подчеркивая, что эта энергия потенциально может перейти в энергию движения. Самый простой способ запастись такой энергией — это поднять груз на высоту. Когда груз падает, запасенная потенциальная энергия превращается в кинетическую. И наоборот, когда, например, мы испытываем усталость, поднимаясь на высокую горку, или же по ступенькам на верхний этаж здания, связано это с тем, что мы постоянно совершаем работу по увеличению потенциальной энергии своего тела, поднимая его на соответствующую высоту. Таким образом, работа может быть определена как мера изменения энергии. В случае механического движения передача энергии происходит в форме работы в процессе взаимодействия тел. Закон сохранения энергии применительно к механическим процессам звучит следующим образом: полная энергия замкнутой консервативной системы тел, равная сумме их потенциальной и кинетической энергии, остается величиной постоянной. То есть всякое изменение потенциальной и кинетической энергии есть превращение потенциальной энергии в кинетическую, а кинетической в потенциальную.

Всякий физический закон имеет границы применимости. Это, в первую очередь, относится к закону сохранения механической энергии. Первое важное ограничение этого закона состоит в требовании изолированности системы рассматриваемых тел от внешних воздействий. Такую систему мы называем замкнутой. Второе ограничение связано с тем, что не всегда работа однозначно определяется изменением потенциальной энергии тела при перемещении его из одной точки поля в другую. Однозначное определение работы как меры изменения потенциальной энергии имеет место лишь для потенциальных полей. Примерами таких полей могут служить гравитационное поле или электростатическое. Потенциальными считаются поля, работа сил которых не зависит от траектории движения тела в поле. Соответственно силы этих полей называют консервативными. В случае, если работа сил зависит от формы пути, или силы зависят от скорости движения, механическая энергия системы не сохраняется. К сожалению, силы трения, которые не являются консервативными, присутствуют во всех случаях. Следовательно, закон сохранения механической энергии имеет смысл лишь применительно к идеализированным ситуациям. Майер распространил закон сохранения механической энергии как на «мертвую» (включающую физические и химические процессы), так и на «живую» природу. Широкая формулировка закона Гельмгольцем позволяла выйти за рамки механики и придать впоследствии закону сохранения универсальный характер.

### **Ограниченность представлений о материи в рамках механических моделей**

Механистические взгляды на материальный мир господствовали в естествознании не только в XVII и XVIII вв., но и в течение почти всего XIX в. В целом природа понималась как гигантская механическая система, функционирующая по законам классической механики. Считалось, что в силу неумолимой необходимости, действующей в природе, судьба даже отдельной материальной частицы заранее предрешена на все времена. Ученые-естествоиспытатели видели в классической

механике прочную и окончательную основу естествознания. В предисловии к своему знаменитому труду «Математические начала натуральной философии» И. Ньютон высказал следующую установку на будущее: «Было бы желательно вывести из начал механики и остальные явления природы, ...ибо многое заставляет меня предполагать, что все эти явления обуславливаются некоторыми силами, с которыми частицы тел вследствие причин, пока неизвестных, или стремятся друг к другу и сцепляются в правильные фигуры, или же взаимно отталкиваются и удаляются друг от друга. Так как эти силы неизвестны, то до сих пор попытки философов объяснить явления природы оставались бесплодными. Я надеюсь, однако, что или благодаря этому способу рассуждения, или другому, более правильному, изложенные здесь основания доставят некоторое освещение» [11]. Многие естествоиспытатели вслед за Ньютоном старались объяснить исходя из начал механики самые различные явления природы. При этом они распространяли законы, установленные для механической сферы явлений, на все процессы окружающего мира. В торжестве законов Ньютона, считавшихся всеобщими и уникальными, черпали веру в успех ученые, работавшие в астрономии, физике, химии. Длительное время теории, объяснявшие закономерности соединения химических элементов, опирались на идею тяготения между атомами. Существенной характеристикой ньютоновского мира было трехмерное пространство евклидовой геометрии, которое абсолютно постоянно и всегда пребывает в покое. Время представлялось как величина, не зависящая ни от пространства, ни от материи. Движение рассматривалось как перемещение в пространстве по непрерывным траекториям в соответствии с законами механики. Считалось, что все физические процессы можно свести к перемещению материальных точек под действием силы тяготения, которая является дальнедействующей. Итогом ньютоновской картины мира явился образ вселенной как гигантского и полностью детерминированного механизма, где события и процессы являют собой цепь взаимозависимых причин и следствий. Отсюда и вера в то, что теоретически можно точно реконструировать любую прошлую ситуацию во вселенной или предсказать будущее с абсолютной определенностью. Механистический подход к описанию природы оказался необычайно плодотворным. Вслед за ньютоновской механикой были созданы гидродинамика, теория упругости, механическая теория тепла, молекулярно-кинетическая теория и целый ряд других, в русле которых физика достигла огромных успехов.

Однако, в конце XVIII - начале XIX вв. появились элементы абсолютизации классической механики. Возникло философское учение — механистический детерминизм, классическим представителем которого был Пьер Симон Лаплас (1749-1827), французский математик, физик и философ. Лаплас был убежден, что к закону всемирного тяготения сводятся все явления, известные ученым. Исходя из этого, он работал над созданием, — в дополнение к механике небесной, созданной Ньютоном, — новой, молекулярной механики, которая, по его мнению, была призвана объяснить химические реакции, капиллярные явления, феномен кристаллизации, а также то, почему вещество может быть твердым, жидким или газообразным. Лаплас видел причины всего этого во взаимном притяжении между молекулами, которое считал он, есть только «видоизменение всемирного тяготения». Лапласовский детерминизм выражает идею абсолютного детерминизма — уверенность в том, что все происходящее имеет причину в человеческом понятии и есть непознанная разумом необходимость. Суть его можно понять из высказывания Лапласа: «Современные события имеют с событиями предшествующими связь, основанную на очевидном принципе, что никакой предмет не может начать быть без причины, которая его произвела... Воля, сколь угодно свободная, не может без определенного мотива породить действия, даже такие, которые считаются нейтральными... Мы должны рассматривать современное состояние вселенной как результат ее предшествующего состояния и причину последующего. Разум, который для какого-нибудь данного момента знал бы все силы, действующие в природе и относительное расположение ее составных частей, если бы он, кроме того, был достаточно обширен, чтобы подвергнуть эти данные анализу, обнял бы в единой формуле движения самых огромных тел во вселенной и самого легкого атома; для него не было бы ничего неясного, и будущее, как и прошлое, было бы у него перед глазами... Кривая, описываемая молекулой воздуха или пара, управляется столь же строго и определенно, как и планетные орбиты: между ними лишь та разница, что налагается нашим неведением». С этими словами перекликается убеждение А. Пуанкаре: «Наука детерминистична, она является таковой a priori (изначально), она постулирует

детерминизм, так как она без него не могла бы существовать. Она является таковой и a posteriori (из опыта); если она постулировала его с самого начала как необходимое условие своего существования, то она затем строго доказывает его своим существованием, и каждая из ее побед является победой детерминизма». Дальнейшее развитие физики показало, что в природе могут происходить процессы, причину которых трудно определить. Например, процесс радиоактивного распада происходит случайно. Побочные процессы происходят объективно случайно, а не потому, что мы не можем указать их причину из-за недостатка наших знаний. И наука при этом не перестала развиваться, а обогатилась новыми законами, принципами и концепциями, которые показывают ограниченность классического принципа — лапласовского детерминизма. Абсолютно точное описание всего прошедшего и предсказание будущего для колоссального многообразия материальных объектов, явлений и процессов — задача сложная и лишенная объективной необходимости. Даже в самом простейшем случае классической механики из-за неустранимой неточности измерительных приборов точное предсказание состояния даже простого объекта — материальной точки — также нереально.

Начало крушению механистической картины мира положили работы в области электромагнетизма [16]. С тех пор механические представления о мире были существенно поколеблены. Любые попытки распространить механические принципы на электрические и магнитные а также оптические явления оказались несостоятельными. Поэтому естествознание вынуждено было в конце концов отказаться от признания особой, универсальной роли механики. Механистическая картина мира начала сходить с исторической сцены, уступая место более глубокому пониманию физической реальности. Согласно современным представлениям, классическая механика имеет свою область применения: ее законы выполняются для относительно медленных движений тел, скорость которых много меньше скорости света.

## Глава 2 ОСНОВЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

### Понятия тепла и температуры

О том, что такое теплота, люди задумывались очень давно. Такие понятия, как «огонь», «свет», «теплород» встречаются уже в древнейших сказаниях Востока, а позже в работах античных философов Древней Греции. Однако в те далекие времена были высказаны только общие предположения о природе огня, света и теплоты. Учение о тепловых явлениях начинает развиваться только с середины XVIII века. Толчком для этого развития является изобретение термометра. Интересно отметить, что на протяжении долгого времени между *понятиями тепла и температуры* не проводилось различия.

Temperature — в переводе с латинского означает смешивание в должном отношении. Это говорит о происхождении самого термина «температура». Дело в том, что не сразу было понято, что здоровые люди имеют практически одну и ту же температуру. Степень нагретости относили к темпераменту человека.

Ученым, который первым изобрел прибор для измерения нагретости тела, был Галилей. Конечно, этот прибор еще далек от совершенства, он даже не был проградуирован. Однако он все же позволял сравнивать температуры тел, находящихся в одном и том же месте и в одно и то же время. Впервые температуру человеческого тела начал измерять итальянский врач и анатом Санторио с помощью им же изобретенного термометра. После Галилея многие ученые занимались изготовлением приборов для определения нагретости тел: итальянские мастера из Флоренции, Отто фон Генрике, Амон-тон, Гук, Фаренгейт, Цельсий, Реомюр, Делиль и другие. В 1655 году Гюйгенс предложил в качестве опорных точек термометра избрать точку кипения воды и точку таяния льда. Современная шкала Цельсия была предложена шведским ботаником Андерсом Цельсием в 1742 году. Однако за 0 градусов он принимает точку кипения воды, а за 100 градусов — точку таяния льда, как и Делиль. Такая шкала не завоевала популярности и очень скоро была перевернута обратно. Сама по себе градуировка термометров доставляла не меньше хлопот, чем конструкция термометра. Это связано с вопросом о том, происходит ли расширение используемых в термометрах жидкостей (воды, спирта, ртути) или газа пропорционально увеличению температуры во всех интервалах интересующих температур. Таким образом, задача

усовершенствования термометров явилась толчком для изучения явления расширения тел при нагревании. Однако все эти исследования не разделяли понятия «теплота» и «температура». И температура тела, так же как и теплота, связывалась с представлением о теплороде. В Словаре церковнославянского и русского языка, изданном в середине XIX в., можно прочесть: «Температура есть мера сгущения теплорода, показываемая в градусах термометром». «Теплород — вещественная причина жара, тепла и холода, непостижимо тонкая жидкость, изливающаяся из Солнца и проникающая во вес тела физического мира, невидимая, невесомая и только ощущением ощущаемая» [35]. Единица измерения теплоты, дожившая до наших дней, «калория», в переводе на русский язык означает не что иное, как «теплород». Однако так думали не все. В истории развития взглядов на природу теплоты ясно прослеживаются два направления: одно из них связано с представлением о теплороде, а второе связывает сущность тепловых явлений с движением атомов, из которых состоят тела. Это так называемые *теплородная и кинетическая теории теплоты*. В отношении теплородной теории существовали две точки зрения. *Первая точка зрения* — традиционная, согласно которой теплород — «некая жидкость, крайне мелкие частицы которой наделены силой взаимного отталкивания. В этом случае большее или меньшее скопление этой жидкости в телах определяет их состояние» [36]. Вторая точка зрения рассматривала теплород как «жидкость, наделенную такими же физическими свойствами, но занимающую все пространство. Ее действие рассматривается, однако, как результат молекулярных вибраций. Наиболее нагретыми являются поэтому те тела, в которых колебания эти наиболее быстры» [37]. Вторая точка зрения являлась менее популярной, но в ней как бы делалась попытка синтеза кинетической теории с теорией теплорода.

Стройная кинетическая картина тепловых явлений в твердых жидких и газообразных телах была создана М. В. Ломоносовым. Он отрицал теплород как «тонкую материю» со «скрытыми качествами» (рис. 3).

Решающий эксперимент, способствовавший утверждению кинетической теории теплоты, был произведен Румфордом; «он нанес смертельный удар субстанциональной теории теплоты» [10]. Следует отметить, что теплородная теория объясняла выделение теплоты при трении тел друг о друга тем, что при трении тела как бы выжимают из себя теплород, вследствие чего количества теплорода в них, то есть теплоемкость, должны изменяться. Румфорд привел результаты эксперимента, связанного со сверлением пушечного ствола. В течение 2,5 часов за счет трения было получено количество теплоты, достаточное для превращения в пар 12 килограммов воды при получении всего лишь 270 граммов металлической стружки. Далее было обнаружено, что стружка имеет такую же удельную теплоемкость, как исходный металл отливки. Вследствие полученных результатов Румфорд сделал вывод о том, что теплота не могла быть получена за счет «выжимания» теплорода из металла. Этот эксперимент мог быть поставлен только благодаря развитию калориметрических исследований — исследований по изучению явлений теплообмена между двумя веществами (однородными с различными температурами, разнородными с различными температурами, в разных фазах и т. д.) — при смешивании их в теплоизолированном сосуде-калориметре. Основная заслуга проведения подобных опытов принадлежит петербургскому академику Георгу Рихману — первому физику, воспитанному петербургской Академией наук [53]. В процессе его опытов было установлено, что при смешивании жидкостей устанавливается одинаковая для всей смеси температура.

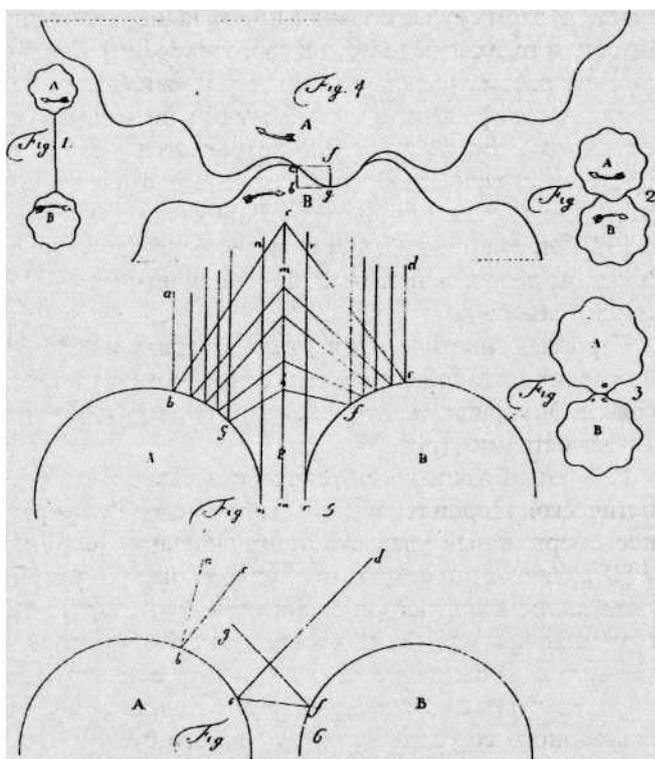


Рис. 3. Чертежи М.В. Ломоносова, поясняющие кинетическую теорию теплоты. Отрицая теплород, М.В. Ломоносов считал, что среда, эфир, по которому распространяется тепло, построен атомистически, так, что в промежутках между более крупными шарообразными частицами располагаются более мелкие, а между ними — еще более мелкие.

Дальнейшие испытания были направлены на выяснение вопроса, как распределяется теплота между различными телами. Было установлено, что различные тела имеют различные удельные теплоемкости. Под удельной теплоемкостью вещества понимается количество теплоты (тогда еще теплорода), необходимой для увеличения температуры единицы массы вещества на один градус. В процессе калориметрических исследований было сделано важное заключение о том, что при исследовании тепловых явлений следует различать такие понятия, как температура и теплота. Так, при превращении, например, льда в воду теплота расходуется, а температура при этом изменяется (лед, как и прочие тела, плавится при строго определенной температуре). Вместе с понятием количества теплоты были установлены понятия теплоемкости, удельной теплоемкости, теплоты плавления, теплоты парообразования. Опыты Румфорда были подтверждены также работами Хэмфри Дэви, показавшими, что трение двух кусков льда друг о друга может вызвать их таяние. Несмотря на то, что кинетической теории теплоты придерживались многие ученые, господствующей на протяжении столетий являлась теплородная теория. Причина этого кроется в том, что вплоть до изготовления паровых машин и их усовершенствования ученые не интересовались вопросом о путях превращения теплоты в механическую работу. (Деятельность первых конструкторов тепловых устройств была связана с добычей топлива. Один из первых паровых насосов, служивших для откачки воды из шахт, был сконструирован владельцем одной из шахт Англии, Томасом Сэвери, в конце XVII века Паровой насос Сэвери в усовершенствованных видах использовался вплоть до середины XVIII века. Более совершенную паровую машину построил англичанин Томас Ньюкомен, работавший вместе с Сэвери. Машина Ньюкомена уже имела основные детали современной паровой машины — цилиндр и поршень. Главное новшество состояло в том, что в машине Ньюкомена пар давил не непосредственно на поверхность воды, а на поршень в цилиндре.)

Обратные процессы превращения работы в теплоту были известны с незапамятных времен, но они, как казалось, хорошо объяснялись теплородной теорией. Теплородной теории придерживался также Сади Карно, который первым провел исследования процессов по превращению теплоты в работу и изучение функционирования тепловых машин. С. Карно ввел понятие циклического (кругового) процесса. Наблюдая действие паровой машины, он обратил внимание, что используемый для перемещения цилиндра пар затем выпускается в среду с меньшей температу-

рой, где он снова превращается в воду (конденсат), причем конденсат в дальнейшем более не используется. Карно ставит вопрос о возможности использования отработанного конденсата, о возвращении в котел, где он вновь нагреется, превратится в пар, который при своем дальнейшем расширении вновь совершит работу над поршнем. Таким образом, вода будет проходить полный цикл — ряд процессов, в результате которых возвратится в исходное состояние. Карно также установил, что подобный непрерывный циклический процесс возможен лишь при наличии двух нагревателей: нагревателя при высокой температуре  $T_1$  и холодильника при более низкой температуре  $T_2$ . Кроме нагревателя и холодильника необходимо рабочее тело. Рабочее тело, забирая у нагревателя количество теплоты  $Q_1$  производя работу, для восстановления своих исходных параметров (для обеспечения непрерывности цикла) должно отдать некоторое количество теплоты  $Q_2$  холодильнику. Основываясь на теплородной теории теплоты, Карно полагал, что «падение теплородной субстанции», обусловленное разностью температур нагревателя и холодильника, аналогично падению воды с более высокого уровня на низкий. Так что работа определяется перепадом между температурами теплорода в нагревателе и холодильнике. Однако, считая теплород сохраняющейся субстанцией, Карно пришел к ошибочному выводу, что все количество теплоты  $Q_1$ , взятое у нагревателя, отдается холодильнику. Карно ввел для характеристики тепловой машины понятие коэффициента полезного действия (КПД), рассматриваемого как отношение работы, совершаемой рабочим телом, к количеству теплоты  $Q_1$  взятой у нагревателя:  $\text{КПД} = (A/Q_1)100\%$ . Хотя Сади Карно не определил величину КПД идеальной обратимой машины, и сама его книга [38] содержит в себе всего 45 страниц, но Карно пришел к совершенно верному выводу о том, что КПД идеальной машины зависит только от температур нагревателя и холодильника, а КПД любой другой машины всегда меньше КПД идеальной тепловой машины. Сади Карно положил начало новому методу рассмотрения превращения теплоты и работы друг в друга в макроскопических системах, в первую очередь в тепловых машинах, и тем самым явился основателем науки, которая впоследствии была названа Уильямом Томсоном «термодинамикой».

### **Законы термодинамики**

Уже после смерти Сади Карно, в 1850 году, Клаузиус дал новое строго математическое описание цикла Карно с точки зрения сохранения энергии. Клаузиус определяет, что при работе тепловой машины не все количество теплоты, взятое у нагревателя, передается холодильнику. Часть этой теплоты превращается в работу, совершаемую машиной. Клаузиус первым высказал мысль об эквивалентности работы и количества теплоты как о первом начале термодинамики и записал уравнение, которое не содержалось в работе Карно. Надо было сделать вывод о том, что всякое тело имеет внутреннюю энергию, которую Клаузиус называл «теплом, содержащимся в теле» ( $U$ ), в отличие от «тепла, сообщенному телу» ( $Q$ ).

Величину  $U$  можно увеличить двумя эквивалентными способами — произведя над телом механическую работу ( $A$ ) или сообщая ему количество теплоты ( $Q$ );

$$U=A+Q$$

Согласно первому началу термодинамики количество теплоты, отдаваемое рабочим телом холодильнику  $Q_1$ , должно быть меньше количества теплоты, взятого у нагревателя  $Q_2$  на величину произведенной работы:

$$A= Q_1 - Q_2.$$

Напомним, что анализ Карно, основанный на представлениях о теплороде, предполагает равенство  $Q_1$  и  $Q_2$ .

Однако одного первого начала термодинамики недостаточно для объяснения работы тепловой машины. Клаузиус показал, что объяснение превращения теплоты в работу основывается еще на одном принципе, сформулированном Карно, утверждающем, что в любом непрерывном процессе превращения теплоты горячего нагревателя в работу должна происходить отдача теплоты холодильнику. Таким образом, имеет место общее свойство теплоты, заключающееся в том, что теплота «всегда обнаруживает тенденцию к уравниванию температурной разницы путем перехода от теплых тел к холодным». Это положение Клаузиус предлагает назвать «вторым основным положением механической теории теплоты».

В 1852 году Уильям Томсон пришел к аналогичным выводам. Он указал на существование в

природе универсальной тенденции к деградации механической энергии. В 1860 году Уильям Томсон, заменив термином «энергия» устаревший термин «силы», записывает первое начало термодинамики, которое он называет «основным положением механической теплоты»:

количество теплоты, сообщенное газу = увеличению внутренней энергии газа + совершение внешней работы.

Следует еще раз подчеркнуть важное значение установления эквивалентности теплоты и работы. Понимание количества теплоты как меры изменения внутренней энергии утверждало **закон сохранения и превращения энергии**. Значение работ Клаузиуса и Томсона трудно переоценить. Их работы были основаны на принципе Карно, а также на концепции Майера, Джоуля, Кольдинга о сохранении энергии.

В поисках связей между различными формами движения материи было выработано само понятие энергии. Энергия определяется как единая мера различных форм движения. Энергия проявляется во множестве различных форм. Переход энергии из одной формы в другую означает, что энергия в данной ее форме исчезает, превращается в энергию в иной форме. И вот тут-то кроется самое главное, что определяет энергию как фундаментальное понятие естествознания. Оказывается, что при любых процессах, происходящих в изолированной системе, полная энергия системы не изменяется, то есть переход энергии из одной формы в другую происходит с соблюдением количественной эквивалентности. Для количественной характеристики различных форм движения вводятся соответствующие им виды энергии: механическая, внутренняя (тепловая), электромагнитная, химическая, ядерная и т. д. Закон сохранения энергии — это закон, управляющий всеми явлениями природы; исключений из него науке неизвестно. Для тепловых процессов этот закон утверждается первым началом термодинамики.

Взяв оба начала термодинамики за исходные, Клаузиус получил выражение для КПД идеальной тепловой машины:

$$\text{КПД} = (T_{\text{нагревателя}} - T_{\text{холодильника}}) / T_{\text{нагревателя}} = (T_1 - T_2) / T_1$$

и показал, что КПД любой тепловой машины должен быть меньше или равен КПД идеальной машины:

$$\text{КПД}_{\text{любой машины}} < (T_1 - T_2) / T_1$$

Это утверждение также является одной из формулировок II начала термодинамики.

Для идеальной машины Карно справедливо, что

$$(Q_1 - Q_2) / Q_1 = (T_1 - T_2) / T_1.$$

Отсюда получается равенство

$$Q_1 / T_1 = Q_2 / T_2 \text{ или } Q_1 / T_1 - Q_2 / T_2 = 0.$$

Полученное выражение напоминает закон сохранения и привлекает внимание к величине  $\delta Q / T$ .

В 1865 году Клаузиус ввел новое понятие — «энтропия» от греческого «поворот», «превращение»). Клаузиус посчитал, что существует некоторая величина  $S$ , которая, подобно энергии, давлению, температуре, характеризует состояние газа. Когда к газу подводится некоторое количество теплоты  $\delta Q$ , то энергия  $S$  возрастает на величину, равную

$$\delta S = \delta Q / T$$

В предыдущей главе говорилось о том, что в течение длительного времени ученые не делали различий между такими понятиями, как температура и теплота. Однако ряд явлений указывал на то, что эти понятия следует различать. Поскольку, например, при таянии льда теплота расходуется, а температура льда не изменяется в процессе плавления. После введения Клаузиусом понятия энтропии стало понятно, где пролегает граница четкого различения таких понятий, как теплота и температура. Дело в том, что нельзя говорить о каком-то количестве теплоты, заключенном в теле. Это понятие не имеет смысла.

Теплота может передаваться от тела к телу, переходить в работу, возникать при трении, но при этом она не является сохраняющейся величиной. Поэтому теплота определяется в физике не как вид энергии, а как мера изменения энергии. В то же время введенная Клаузиусом энтропия оказалась величиной, сохраняющейся в обратимых процессах. Это означает, что энтропия системы может рассматриваться как функция состояния системы, ибо изменение ее не зависит от вида процесса, а определяется только начальным и конечным состоянием системы. В идеальном цикле Карно энтропия сохраняется.

Преобразование выражения для КПД с учетом понятия энтропии в случае обратимых процессов приводит к выражению:  $\delta S = 0$ , т. е.  $S = \text{const}$  — энтропия изолированной системы в случае обратимых процессов постоянна.

При необратимых процессах получаем закон возрастания энтропии:  $\delta S > 0$

Тот факт, что энтропия изолированной системы не может убывать, а только возрастает и достигает максимального значения в равновесном состоянии, является отражением того, что в природе возможны процессы, протекающие только в одном направлении — в направлении передачи тепла только от более горячих тел менее горячим. Это выражает второе начало термодинамики. Принцип возрастания энтропии составляет сущность 2-го начала термодинамики. 2-е начало термодинамики в общем-то хорошо известно и понятно каждому человеку, ибо с ним каждый из нас сталкивается буквально на каждом шагу. Не удивительно потому, что II начало термодинамики было установлено даже раньше 1-го начала термодинамики. Правда, первоначальная формулировка его еще не содержала понятия энтропии. Существует точка зрения, что первая формулировка II закона термодинамики принадлежит Жану-Батисту Жозефу Фурье, префекту Изера, которому в 1811 году была присуждена премия Французской Академии наук за математическую теорию распространения тепла. Фурье сформулировал закон теплопроводности, согласно которому количество теплоты, которое переносится в единицу времени через единицу площади поверхности вдоль какого-либо направления, прямо пропорционально величине изменения температуры вдоль этого направления. Причем, что характерно, количество теплоты переносится от тел с большой температурой в направлении к телам с меньшей температурой. Теплопроводность приводит к все большему выравниванию температур до тех пор, пока распределение температуры во всех точках пространства рассматриваемой изолированной системы станет одинаково. Фурье оказался первым, кто количественно описал явление, составляющее элемент обыденного знания человека и в то же время невысказанное с точки зрения классической ньютоновской механики, все законы которой являются обратимыми. Невысказанное по той причине, что явление теплопроводности описывает необратимые процессы.

Существуют различные формулировки II начала термодинамики. Все они являются эквивалентными. Приведем некоторые из них:

1. Невозможны такие процессы, единственным конечным результатом которых был бы переход тепла от тела, менее нагретого, к телу, более нагретому.

2. В природе возможны процессы, протекающие только в одном направлении — в направлении передачи тепла только от более горячих тел менее горячим.

3. КПД любой тепловой машины всегда меньше 100%, т. е. невозможен вечный двигатель («перпетуум мобиле») 2 рода (так как невозможно построить тепловую машину, работающую не за счет перепада теплоты, а за счет теплоты одного нагревателя).

4. КПД любой реальной тепловой машины всегда меньше КПД идеальной тепловой машины.

5. Энтропия изолированной системы при протекании необратимых процессов возрастает, ибо система, предоставленная самой себе, переходит из менее вероятного состояния в более вероятное. Энтропия системы, находящейся в равновесном состоянии, максимальна и постоянна. ( $\delta S > 0$ ).

Третье начало термодинамики является частным случаем второго начала для случая  $T = 0$  и может быть сформулировано как принцип недостижимости абсолютного нуля. В соответствии с третьим законом термодинамики максимальный порядок устанавливается при температуре абсолютного нуля.

Повышение температуры, т. е. добавление ненаправленной энергии в открытой системе нарушает порядок.

В основе термодинамики лежит различие между двумя типами процессов — обратимыми и необратимыми. Само понятие энтропии введено в физическую теорию как раз для того, чтобы отличать в случае изолированных систем обратимые процессы (энтропия максимальна и постоянна) от необратимых процессов (энтропия возрастает). Благодаря работам великого австрийского физика Людовика Больцмана это отличие было сведено с макроскопического уровня на микроскопический и отметило собой качественное изменение представлений о теплоте и температуре.

### **Развитие представлений о теплоте и температуре**

Состояние макроскопического тела (системы), заданное с помощью макропараметров (параметров, которые могут быть измерены макроприборами — давление, температура, объем и другие макроскопические величины, характеризующие систему в целом) называют макросостоянием. Состояние макроскопического тела, охарактеризованное настолько подробно, что оказываются заданными состояния всех образующих тело молекул, называется микросостоянием. Всякое макросостояние может быть осуществлено различными способами, каждому из которых соответствует некоторое микросостояние системы. Число различных микросостояний, соответствующих данному макросостоянию, называется статистическим весом  $W$ , или термодинамической вероятностью макросостояния. Попробуем разобраться в этом. Область термодинамики, учитывающая тепловое движение молекул, составляющих тела, называется статистической термодинамикой.

Мы знаем, что весь окружающий мир состоит из молекул и атомов. Поместим в некоторый сосуд с теплоизолированными стенками некоторое количество газа, число молекул которого равно  $N$ . Выделим какую-либо одну молекулу. Предположим, что каким-либо образом мы можем ее пометить, скажем, окрасить в зеленый цвет. Если бы мы могли это сделать, то получили бы возможность отличать ее от других молекул и тем самым отследить ее поведение в данном объеме. Наблюдая за этой молекулой, мы очень скоро убедимся, что она может занимать любое положение в сосуде. Причем положение ее в любое мгновение оказывается случайным. Теперь разделим наш объем на две половины. Мы увидим, что наша молекула, беспорядочно блуждая, постоянно сталкиваясь с другими молекулами, пробудет в одной из половинок сосуда ровно половину времени, в течение которого мы за ней наблюдаем. Для  $N$  молекул вероятность нахождения сразу всех молекул в одной половине объема сосуда  $(1/2)^N$  ничтожно мала (в 29 граммах воздуха, например, содержится число молекул  $N$ , равное  $6,023 \times 10^{23}$ ). Такое событие является маловероятным. Нам это и не кажется странным. Странным было бы, если бы в комнате все молекулы воздуха вдруг в некоторый момент времени собрались бы в одной ее половине, а в другой половине оказалось бы безвоздушное пространство. И если бы мы не успели или не догадались, что надо срочно перепрыгнуть в нужную половину комнаты, то умерли бы от кислородного голодания. Мы знаем, что такое событие, которое на строгом математическом языке называется маловероятным, никогда не случается. Вероятность же того, что все молекулы находятся во всем объеме данного сосуда, максимальна и равна единице. Состояние это может реализовываться наибольшим числом способов, когда любая из молекул может находиться в любой точке пространства сосуда. В этом случае, статистический вес, т. е. число способов, которым может быть реализовано это состояние, — максимальный. Пусть в некоторый момент времени нам удалось загнать все молекулы с помощью диафрагм (перегородок) в правую верхнюю часть сосуда. Остальной объем сосуда останется при этом пустым. Убрав диафрагмы, мы увидим, что молекулы заполнили весь объем сосуда, перешли из состояния с меньшей вероятностью в состояние с большей вероятностью. То есть процессы в системе идут только в одном направлении: от некоторой структуры (порядка, когда все молекулы содержались в верхнем правом углу объема сосуда) к полной симметрии (хаосу, беспорядку, когда молекулы могут занимать любые точки пространства сосуда).

Больцман первым увидел связь между энтропией и вероятностью. При этом он понял, что энтропия должна выражаться через логарифмы вероятности. Ибо если мы рассмотрим, скажем, две подсистемы одной системы, каждая из которых характеризуется статистическим весом, соответственно  $W_1$  и  $W_2$ , полный статистический вес системы равен произведению статистических весов подсистем:

$$W = W_1 \times W_2$$

в то время как энтропия системы  $S$  равна сумме энтропии подсистемы:

$$S = S_1 + S_2, \quad \ln W = \ln(W_1 \times W_2) = \ln W_1 + \ln W_2$$

Больцман связал понятие энтропии  $S$  с  $\ln W$ . В 1906 году Макс Планк написал формулу, выражающую основную мысль Больцмана об интерпретации энтропии как логарифма вероятности состояния системы:

$$S = k \ln W.$$

Коэффициент пропорциональности  $k$  был рассчитан Планком и назван им постоянной

Больцмана. Формула « $S = k \ln W$ » выгравирована на памятнике Больцману в Вене. Идея Больцмана о вероятности поведения отдельных молекул явилась развитием нового подхода при описании систем, состоящих из огромного числа частиц, впервые высказанного Максвеллом. Максвелл пришел к пониманию того, что в этих случаях физическая задача должна быть поставлена иначе, чем в механике Ньютона. Очевидно, что наш пример с мечеными молекулами сам по себе неосуществим, ибо в принципе невозможно проследить в течение значительного интервала времени за движением отдельной молекулы. Невозможно также определить точно координаты и скорости всех молекул макроскопического тела одновременно в данный момент времени. Задачу следует ставить иначе, а именно, попытаться найти вероятность того, что данная молекула обладает таким-то значением скорости. Максвелл ввел для описания случайного характера поведения молекул понятие вероятности, статистический закон. Используя новый подход, Максвелл вывел закон распределения числа молекул по скоростям. Работы Максвелла по кинетической теории газов являются конкретизацией и развитием идей Клаузиуса, которого Максвелл называл «создателем новой области математической физики». Работами Клаузиуса, Томсона, Максвелла и Больцмана была решена основная задача построения кинетической теории газов: ими был установлен закон, выражающий макропараметры идеального газа — давления  $P$  и температуры  $T$  — через микропараметры идеального газа. Тем самым было дано молекулярно-кинетическое толкование температуры как меры средней кинетической энергии движения молекул. В дальнейшем Больцман показал, что второй закон термодинамики также является следствием более глубоких статистических законов поведения большой совокупности частиц. Точка зрения Больцмана означала, что необратимое возрастание энтропии в изолированной системе, которая не обменивается энергией с окружающей средой, следует рассматривать как проявление все увеличивающегося хаоса и приводит к уменьшению числа способов, которыми может быть осуществлено данное макросостояние, т. е. к уменьшению термодинамической вероятности  $W$ .

Учет молекулярного строения вещества при изучении тепловых процессов привел к появлению молекулярно-кинетической теории, которая явилась развитием кинетической теории вещества. Она рассматривает различные макропроявления систем как результат суммарного взаимодействия огромной совокупности хаотически движущихся молекул. При этом молекулярно-кинетическая теория использует статистический метод, интересуясь не движением отдельных молекул, а только средними величинами, которые характеризуют движение огромной совокупности частиц.

Представление тепловых процессов на основе понятий статистической термодинамики является шагом к более глубокому проникновению в механизм процессов, протекающих на макроуровне организации материи. Это знание открывает верующему человеку мудрость Творца и его безграничные инженерные возможности.

К числу наук, изучающих элементы мироздания так же на уровне беспорядочного теплового движения молекул и составляющих их атомов, относится химия.

### Глава 3 ОСНОВЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМЕ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИИ

#### Характеристика основных элементов химических систем и их взаимодействия

Химия определяется как наука о химических элементах и их соединениях. Основными элементами химических систем являются атомы, молекулы, химические вещества.

В сфере *химических наук* **атомы** различных химических элементов играют роль «первокирпичиков». Они стали признаваться делимыми, имеющими внутреннюю структуру лишь с конца XIX века. Определение Канницаро, данное им в 1860 году, гласит, что атом — это наименьшая частица элемента в химических соединениях. Современное определение атома учитывает его строение. Атом — это электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. Частица, состоящая из ядра и электронов и имеющая заряд, называется атомным ионом. Данное определение охватывает и некоторые экзотические атомы, например, атом позитрония, который состоит из электрона и его античастицы — положительно заряженного позитрона (который играет роль ядра).

**Химический элемент** — это вид атомов с определенным зарядом ядра. Например, элемент

«кислород» включает атомы O, входящие в состав любых соединений ( $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_3$  и т. д.). В настоящее время достоверно известны 109 элементов. Последние три элемента были получены в 1981-1984 годах на ускорителе тяжелых ионов в г. Дармштадте (Германия) с использованием метода, разработанного в Институте ядерных исследований (Дубна). По предложению немецких физиков эти элементы получают следующие названия: 107— нильсборий (Ns), в честь великого датского физика Нильса Бора; 108— гассий (Hs), по латинскому названию земли Гессе, где расположен Дармштадт; 109 — мейтнерий (Mt), в честь австрийского физика Лизы Мейтнер, одного из авторов идеи деления ядер.

Открытие периодического закона, который позволил систематизировать известные химические элементы, явилось также основой для предсказания новых элементов.

За первое десятилетие XIX века было открыто 14 элементов. Рекордсменом среди первооткрывателей являлся английский химик Гемфри Дэви (1778-1829), который за один год с помощью электролиза получил 6 новых простых веществ (натрий, калий, магний, кальций, стронций, барий). К 1830 году число известных элементов достигло 55.

Существование такого количества элементов, весьма разнородных по своим свойствам, озадачивало химиков и требовало упорядочения и систематизации элементов. Очень многие ученые занимались поисками закономерностей в списке элементов и добивались определенного прогресса.

Решающую роль для выявления периодичности сыграл первый Международный химический конгресс (1860 г.) после которого стало ясно, что основной характеристикой химического элемента является его атомный вес. Француз Б. Де Шанкуртуа в 1862 году впервые расположил элементы в порядке возрастания атомных весов и разместил их по спирали вокруг цилиндра. Каждый виток спирали содержал по 16 элементов: сходные элементы, как правило, попадали в вертикальные столбцы, хотя имели место и значительные расхождения. Хотя работа де Шанкуртуа осталась незамеченной, выдвинутая им идея сортировки элементов в порядке возрастания атомных весов оказалась плодотворной.

Двумя годами позже английский химик Джон Ньюлендс, руководствуясь этой идеей, разместил элементы в виде таблицы и заметил, что данную закономерность Ньюлендс назвал «законом октав», фактически предвосхитив понятие периода. К сожалению, Ньюлендс настаивал на том, что длина периода (равная семи) является неизменной, поэтому его таблица содержит, наряду с правильными закономерностями, множество случайных пар (кобальт — хлор, железо — сера и даже углерод — ртуть).

Немецкий ученый Лотар Мейер в 1870 г. построил график зависимости атомного объема элементов от их атомного веса и обнаружил отчетливую периодическую зависимость, причем длина периода, вопреки закону октав, была переменной величиной.

Во всех этих работах много общего. Де Шанкуртуа, Ньюлендс и Мейер открыли проявления периодичности изменения свойств элементов в зависимости от их атомного веса. Однако они не смогли создать единую периодическую систему всех элементов, поскольку в открытых ими закономерностях многие элементы не находили своего места. Никаких серьезных выводов из своих наблюдений этим ученым также сделать не удалось, хотя они чувствовали, что многочисленные соотношения между атомными весами элементов являются проявлениями общего закона.

Этот общий закон был открыт великим русским химиком Дмитрием Ивановичем Менделеевым (1834-1907) в 1869 г. Менделеев сформулировал периодический закон в виде следующих основных положений.

Элементы, расположенные по величине атомного веса, представляют явственную периодичность свойств.

Должно ожидать открытия еще многих неизвестных простых тел, например, сходных с Al и Si элементов с атомным весом 65-75.

Величина атомного веса элемента иногда может быть исправлена, зная его аналогии.

Некоторые аналогии элементов открываются по величине веса их атома.

Первое положение было известно еще до Менделеева, однако именно Менделеев придал ему характер всеобщего закона, предсказав на его основе существование еще не открытых элементов, изменив атомные веса ряда элементов и расположив некоторые элементы в таблице вопреки их

атомным весам, но в полном соответствии с их свойствами (главным образом, валентностью). Положения (2)-(4) открыты только Менделеевым и являются логическими следствиями из периодического закона. Правильность этих следствий, подтвержденная многими опытами в течение последующих двух десятилетий, позволила говорить о периодическом законе как о строгом законе природы.

В коротком варианте периодическая система состоит из 7 периодов (10 рядов) и 8 групп. Периодом называется наименьшая последовательность элементов, которая начинается щелочным металлом (или водородом) и заканчивается инертным газом. Первый период содержит 2 элемента, второй и третий — по 8, четвертый и пятый — по 18, шестой — 32 и седьмой (незавершенный) — 23 элемента.

Атомы химических элементов взаимодействуют друг с другом и образуют молекулы.

**Молекула** — это наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами (определение Канницаро, 1860 г.).

С современной точки зрения молекула — это наименьшая электронейтральная замкнутая совокупность атомов, образующих определенную структуру с помощью химических связей. Атомы в молекуле взаимодействуют друг с другом и не взаимодействуют с атомами других молекул. Система взаимодействующих атомов, имеющая заряд, называется молекулярным ионом.

Индивидуальные молекулы существуют только в газовой фазе. Например, пары воды состоят из молекул  $H_2O$ , которые отделены друг от друга значительными расстояниями и химически не взаимодействуют. В жидкой воде или во льду между молекулами  $H_2O$  образуются водородные связи, которые связывают их в агрегаты. Поэтому вода уже не является замкнутой системой и не может считаться молекулой.

В газовой фазе существует огромное число самых разнообразных молекул, поскольку, в принципе, любой атом может при определенном возбуждении реагировать с любым другим атомом или молекулой. Получены и подробно исследованы такие любопытные молекулы и ионы, как  $NaK$ ,  $He_2$ ,  $HeAg$ ,  $H_3^+$ ,  $Na_4$ ,  $Ag$ ,  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $CO_2$  и др.

**Вещество** — это любая совокупность атомов и молекул, находящаяся в определенном агрегатном состоянии. Вещества бывают простые и сложные. В состав простых веществ входят атомы только одного элемента. Сложные вещества, или химические соединения, содержат атомы нескольких элементов.

Очень важно различать понятия «химический элемент» и «простое вещество». Например, углерод как простое вещество характеризуется определенными физическими и химическими свойствами. Углерод как химический элемент — это просто вид атомов с зарядом ядра +6, которые могут входить в состав простых веществ (графит, алмаз и др.) или сложных веществ (сода, углекислый газ, уксусная кислота).

Многие элементы образуют несколько простых веществ, различающихся составом или строением. Это явление называется аллотропией, а соответствующие простые вещества — аллотропными модификациями. В качестве примера можно привести элемент кислород, который имеет две аллотропные модификации — кислород  $O_2$  и озон  $O_3$ , и элемент углерод, который образует 4 простых вещества — алмаз, графит, карбин и фуллерен  $C_{60}$ .

Современные химические символы придумал шведский химик Йене Якоб Берцелиус (1779-1848), который предложил обозначать элемент первой буквой его латинского названия. Если эта буква уже занята другим элементом, то добавляется вторая буква. Так, углерод, известный человеку с незапамятных времен, обозначается буквой C (Carboneum), а кальций и хлор, открытые намного позже, — двумя буквами, Ca (Calcium), Cl (Chlorum), соответственно.

Состав соединений обозначается с помощью химических формул, которые состоят из символов элементов и подстрочных индексов, указывающих число атомов данного элемента в составе молекулы. Химические формулы газообразных веществ отражают состав молекулы ( $H_2$ , He,  $COCl_2$ ,  $O_3$ ), а формулы твердых и жидких веществ, как правило, описывают простейшее соотношение атомов элементов ( $CaS$ , C,  $H_2O$ ).

*Превращения веществ, сопровождающиеся изменением их состава и (или) строения, называются химическими реакциями.* При химических реакциях ядра атомов не затрагиваются, и число атомов каждого элемента сохраняется. Классификация химических реакций осуществляется

по многим признакам: по типу превращения (реакции соединения, разложения, обмена), по тепловому эффекту (экзо- и эндотермические реакции), по степени превращения веществ (обратимые и необратимые реакции).

Открытие частиц, составляющих атом, и исследование структуры атомов а затем и молекул, знание электронного и ядерного строения атомов позволило увидеть более глубокий смысл в периодизации элементов, предложенной Д. И. Менделеевым.

Из рассмотрения *электронных конфигураций* атомов наглядно прослеживается периодичность свойств элементов. Число электронов, находящихся на внешнем уровне в атомах элементов, располагающихся в порядке увеличения порядкового номера, объясняется периодическим изменением числа электронов на их внешних энергетических уровнях. По числу энергетических уровней атома элементы делятся на *семь периодов*. Первый период состоит из атомов, в которых электронная оболочка состоит из одного уровня, во втором периоде — из двух, в третьем — из трех, в четвертом — из четырех и т. д. Каждый новый период начинается тогда, когда начинает заполняться новый энергетический уровень.

В периодической системе каждый период начинается элементами, атомы которых на внешнем уровне имеют один электрон, — атомами щелочных металлов — и заканчивается элементами, атомы которых на внешнем уровне имеют 2 (в первом периоде) или 8 электронов (во всех последующих) — атомами благородных газов.

Далее мы видим, что внешние электронные оболочки сходны у атомов элементов (Li, Na, K, Rb, Cs,); (Be, Mg, Ca, Sr); (F, Cl, Br, I); (He, Ne, Ar, Kr, Xe) и т. д. Каждая из вышеприведенных групп элементов оказывается в определенной главной подгруппе периодической таблицы: Li, Na, K, Rb, Cs в I группе, F, Cl, Br, I — в VII и т. д. *Именно вследствие сходства строения электронных оболочек атомов сходны их физические и химические свойства.*

Число главных подгрупп определяется максимальным числом элементов на энергетическом уровне и равно 8. Число переходных элементов (элементов побочных подгрупп) определяется максимальным числом электронов на d-подуровне и равно 10 в каждом из больших периодов.

Поскольку в периодической системе химических элементов одна из побочных подгрупп содержит сразу три переходных элемента, близких по химическим свойствам (так называемые триады Fe — Co — Ni, Ru — Rh — Pd, Os — Ir — Pt), то число побочных подгрупп, так же как и главных, равно 8.

По аналогии с переходными элементами число лантаноидов и актиноидов, вынесенных внизу Периодической системы в виде самостоятельных рядов, равно максимальному числу электронов на f подуровне, т. е. 14.

Таким образом, строгая периодичность расположения элементов в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева полностью объясняется последовательным характером заполнения энергетических уровней. На базе современных представлений периодический закон, являющийся основой систематизации на всех уровнях химической формы движения материи, формулируется так.

*Свойства простых веществ, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины заряда ядра атома (порядкового номера), т. е. заряд ядра определяет индивидуальность элементов и их свойства. Свойства соединений зависят также от энергии связи между атомами.*

### **Энергия связи в химических соединениях**

Атомы элементов взаимодействуют между собой или с атомами других элементов и образуют при этом более или менее сложные частицы. Лишь немногие химические элементы (благородные газы) в обычных условиях находятся в состоянии одноатомного газа. Среди частиц, образуемых совокупностью атомов, обычно выделяют молекулы, молекулярные ионы и свободные радикалы. Связь между атомами, обусловленная действием электростатических сил, т. е. сил взаимодействия электрических зарядов, носителями которых являются электроны и ядра атомов, носит название «химической связи».

В образовании химической связи между атомами главную роль играют электроны, расположенные на внешней оболочке и, следовательно, связанные с ядром наименее прочно, так называемые валентные электроны. Именно поэтому строение валентной электронной

конфигурации атомов является характерной особенностью каждого элемента в периодической системе элементов Д. И. Менделеева и определяет способность элементов к образованию химической связи. Согласно теории химической связи, наибольшей устойчивостью обладают внешние оболочки из двух или восьми электронов (электронные группировки благородных газов). Это и служит причиной того, что благородные газы при обычных Уровнях не вступают в химические реакции с другими элементами. Атомы же, имеющие на внешней оболочке менее восьми (или двух) электронов, стремятся приобрести структуру благородных газов. Такая закономерность позволила сформулировать положение, которое является основным при рассмотрении условий образования молекулы: при образовании молекулы атомы стремятся приобрести устойчивую восьмиэлектронную (октет) или двухэлектронную (дуплет) оболочки.

Образование устойчивой электронной конфигурации может происходить несколькими способами и приводит к молекулам (и веществам) различного строения, поэтому различают несколько типов химической связи. Таковы *ионная, ковалентная, металлическая, водородная и ван-дер-ваальсовая связи*. Отнесение химической связи в конкретной частице к определенному типу не всегда является простой задачей. Для ее решения приходится учитывать целую совокупность химических и физических свойств. Любая химическая связь образуется только тогда, когда сближение атомов приводит к понижению полной энергии системы (суммы кинетической и потенциальной энергий) при характерных для данных соединений межъядерных расстояниях  $r$  и энергиях взаимодействия атомов  $E$ .

Существуют два принципиальных механизма образования **ковалентной связи** — обменный и донорно-акцепторный. Обменный механизм образования ковалентной связи делает понятной следующая иллюстрация. Пусть имеются два отдельных, изолированных атома водорода. При сближении этих атомов силы электростатического взаимодействия — силы притяжения электрона одного атома водорода к ядру другого атома водорода и электрона другого атома водорода к ядру первого атома водорода будут возрастать: атомы начнут притягиваться друг к другу. Одновременно будут возрастать и силы отталкивания между одноименно заряженными ядрами атомов и между электронами этих атомов. Это приведет к тому, что атомы смогут сблизиться между собой настолько, что силы притяжения будут полностью уравновешены силами отталкивания. Расчет этого расстояния (длины ковалентной связи) показывает, что атомы сблизятся настолько, что электронные оболочки, участвующие в образовании связи, начнут перекрываться между собой. Это приводит к тому, что электрон, двигавшийся ранее в поле притяжения только одного ядра, получит возможность перемещаться и в поле притяжения другого ядра. В какой-то момент времени то вокруг одного, то вокруг другого атома будет возникать заполненная оболочка благородного газа (такой процесс может происходить только с электронами, обладающими противоположно направленными проекциями спина). При этом возникает общая пара электронов, одновременно принадлежащая обоим атомам. Область перекрытия между электронными оболочками имеет повышенную электронную плотность, которая уменьшает отталкивание между ядрами и способствует образованию ковалентной связи. Таким образом, *связь, осуществляемая за счет образования электронных пар, в одинаковой мере принадлежащих обоим атомам, называется ковалентной*. Ковалентная связь может возникать не только между одинаковыми, но и между разными атомами. Так, образование молекулы HCl из атомов водорода и хлора происходит также за счет общей пары электронов, однако эта пара в большей мере принадлежит атому хлора, нежели атому водорода, поскольку электроотрицательность хлора гораздо больше, чем водорода. Разновидность ковалентной связи, образованной одинаковыми атомами, называют неполярной, а образованной разными атомами — *полярной*.

Природу ионной связи, структуру и свойства ионных соединений можно объяснить электростатическим взаимодействием ионов. Ионная связь обусловлена электростатическим притяжением между ионами, образованными путем полного смещения электронной пары к одному из атомов.

Металлы объединяют свойства, имеющие общий характер и отличаются от свойств других веществ. Такими свойствами являются сравнительно высокие температуры плавления, способность к отражению света, высокая тепло- и электропроводность. Эти особенности обязаны существованию в металлах особого вида связи — **металлической связи**.

Металлическая связь — это связь между положительными ионами в кристаллах металлов, осуществляемая за счет притяжения электронов, свободно перемещающихся по кристаллу. В соответствии с положением в периодической системе атомы металлов имеют небольшое число валентных электронов. Эти электроны достаточно слабо связаны со своими ядрами и могут легко отрываться от них. В результате в кристаллической решетке металла появляются положительно заряженные ионы и свободные электроны. Поэтому в кристаллической решетке металлов существует большая свобода перемещения электронов: одни из атомов будут терять свои электроны, а образующиеся ионы могут принимать эти электроны из «электронного газа».

*Энергия связи — это энергия, необходимая для разрыва химической связи во всех молекулах, составляющих один моль вещества.* Энергии ковалентных и ионных связей обычно велики и составляют 100 - 800 кДж/моль.

Помимо связей внутри молекул существуют также *межмолекулярные взаимодействия*, например в *комплексных соединениях*. В них связь между молекулами может осуществляться как электростатическим, так и донорно-акцепторным взаимодействием. Общепризнанного определения понятия «комплексное соединение» нет. Это связано с разнообразием комплексных соединений и их характерных свойств. Тем не менее часто можно встретить приведенное ниже определение. *Комплексные соединения* — сложные вещества, в которых можно выделить *центральный атом* (комплексообразователь) и связанные с ним молекулы и ионы — *лиганды*. Центральный атом и лиганды образуют *комплекс (внутреннюю сферу)*, который при записи формулы комплексного соединения заключают в квадратные скобки. Число лигандов во внутренней сфере называется *координационным числом*. Молекулы и ионы, окружающие комплекс, образуют внешнюю сферу.

Само название **водородного типа связи** подчеркивает, что в ее образовании принимает участие атом водорода. Водородные связи могут образовываться в тех случаях, когда атом водорода связан с электроотрицательным атомом, который смещает на себя электронное облако, создавая тем самым положительный заряд  $d^+$  на водороде.

Водородная связь — связь между положительно заряженным атомом водорода одной молекулы и отрицательно заряженным атомом другой молекулы. Водородная связь имеет частично электростатический, частично донорно-акцепторный характер. Примером может служить образование водородной связи между двумя молекулами воды. Связи O—H в  $H_2O$  имеют заметный полярный характер с избытком отрицательного заряда на атоме кислорода. Атом водорода, наоборот, приобретает небольшой положительный заряд и может взаимодействовать с неподеленными парами электронов атома кислорода соседней молекулы воды.

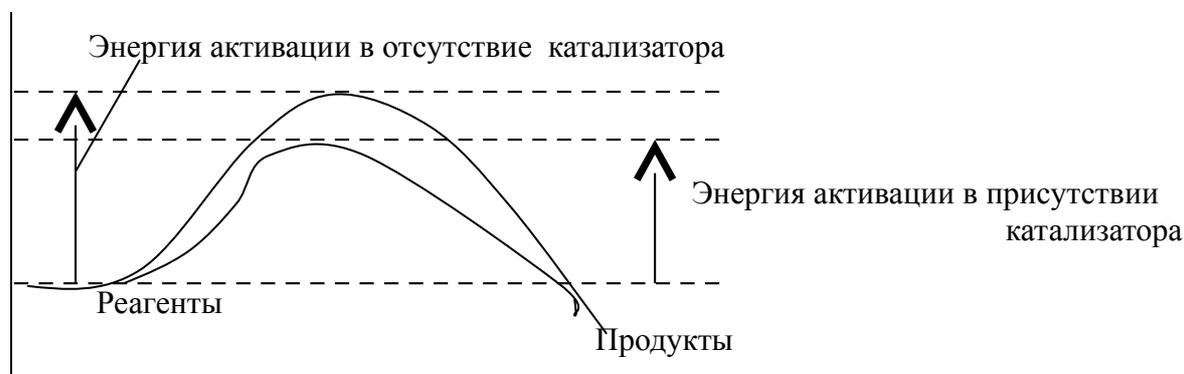
'Вода служит примером распространенной водородной связи, в то же время она является необыкновенным химическим веществом. Даже в Библии она особо выделена. В книге Бытия сказано: «Дух Божий носился над водою» (1,2). Это одно из немногих соединений, которое не подчиняется обычным законам химии и физики. В отличие от большинства веществ, сжимающихся при замерзании, вода расширяется, образуя лед. В этом твердом состоянии она легче воды, что весьма важно для всех водных форм жизни, т. к. лед предохраняет водоемы от промерзания в зимнее время. Вода играет важную роль в регулировании температуры на земле. Она является необходимой составной частью всех организмов. Из всех известных жидкостей вода является лучшим растворителем. Свойства воды являются наиболее ярким выражением антропоного принципа, заложенного в мироздании Творцом. Однако целесообразность каждого из химических веществ и другие особенности протекания химических процессов также указывают на Творца.

### **Некоторые особенности энергетики химических превращений**

Говоря об энергии связи в химических соединениях мы затронули вопросы движения составляющих их частиц и пространственного расположения (строения). Это естественно, потому что состав, энергии связи и строение химических веществ связаны между собой так же тесно как

категории материи, энергии и пространства. Особенно очевидна эта связь в кристаллах. Часто процесс роста кристаллов приводится как пример самопроизвольного процесса, приводящий к получению вещества более сложной структуры. Однако сторонники подобного взгляда пренебрегают анализом энергетического состояния системы. Образование кристаллов чаще всего связано с образованием энергетически более выгодной структуры или требует затрат энергии для реализации процесса.

Во многих случаях с помощью термодинамических расчетов можно оценить принципиальную энергетическую возможность, а также рассчитать затраты энергии для осуществления того или иного химического превращения. Подобные расчеты возможны на основании закона Гесса, являющегося следствием первого закона термодинамики. В соответствии с этим законом: *тепловой эффект зависит только от вида (природы) и состояния исходных веществ и конечных продуктов, но не зависит от пути процесса, т. е. от числа и характера промежуточных стадий.* Тепловой эффект химической реакции равен разности суммы теплот образования продуктов реакции и суммы теплот образования исходных веществ. Расчет теплового эффекта реакции является реальной задачей, поскольку теплоты образования многих соединений известны. Химическая термодинамика описывает равновесные состояния систем. В реальных же условиях мы обычно наблюдаем системы в динамике, в неравновесном состоянии, подверженном влиянию многочисленных факторов извне. При этом наблюдаемые нами изменения процессов во времени и под влиянием различных факторов, которые определяются законами химии, являют собой пример замечательной скоординированности всех явлений. Например, изменения, происходящие в системе в результате внешних воздействий, определяются принципом подвижного равновесия — принципом *Ле Шателье*: *Внешнее воздействие на систему, находящуюся в состоянии равновесия, приводит к смещению этого равновесия в направлении, при котором эффект произведенного воздействия ослабляется.* Внешнее воздействие на систему изменяет соотношение между скоростями прямого и обратного процесса, благоприятствуя тому из них, который противодействует внешнему влиянию. Принцип Ле Шателье универсален, так как применим не только к химическим процессам, но и к физическим, таким, как плавление, кипение и т. д. Применительно к трем основным типам внешнего воздействия — изменению концентрации, давления и температуры — принцип Ле Шателье трактуется следующим образом: *При увеличении концентрации одного из реагирующих веществ равновесие смещается в сторону расхода этого вещества, при уменьшении концентрации равновесие смещается в сторону образования этого вещества.* Влияние давления очень напоминает эффект изменения концентраций реагирующих веществ, но сказывается только на газовых системах. Общее положение о влиянии давления на химическое равновесие формулируется следующим образом: *При увеличении давления равновесие смещается в сторону уменьшения количеств газообразных веществ, т. е. в сторону понижения давления; при уменьшении давления равновесие смещается в сторону возрастания количества газообразных веществ, т. е. в сторону увеличения давления.*



Координата реакции Рис. 4. Уменьшение энергии активации реакции с помощью катализатора.

Химическая кинетика, изучающая протекание процессов во времени, указывает на существование энергии активации, необходимой для протекания любого химического процесса, т. е. минимального избытка энергии, которым должны обладать частицы реагента для осуществления химического превращения (рис. 4). Эта закономерность указывает на существование

для каждого явления большей причины, наибольшую из которых христианское мировоззрение видит в Творце.

Знание особенностей химической кинетики, которая устанавливает зависимость хода химических процессов от множества структурно-кинетических факторов: строения исходных веществ, их концентрации, наличия катализаторов и других добавок, способов смешения реагентов, материалов и конструкций оборудования и т. д., является необходимым условием управления химическими процессами. Только целенаправленное воздействие на основе знания о процессах позволяет получать вещества с заранее заданными свойствами. Об этом свидетельствует огромный опыт создания современных технологий. Это лишает всякого основания идеи эволюционной химии, основанные на вере в возможность «самопроизвольного (без участия человека) синтеза новых химических соединений с заданными свойствами, являющихся более сложными и высокоорганизованными продуктами по сравнению с исходными веществами» [1] и возникновения из неорганической материи органической, а вместе с нею и жизни. Рассмотрению базовых элементов мира живого посвящена следующая глава.

## Глава 4 НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### Структурные уровни живого

Биология — это наука о живом. К числу свойств живого обычно относят следующие:

- а) сложность, упорядоченность структуры,
- б) получение энергии извне (значительная часть организмов прямо или косвенно использует солнечную энергию),
- в) активное реагирование на окружающую среду (Если толкнуть камень, то он пассивно сдвигается с места. Если толкнуть животное, оно отреагирует активно: убежит, нападет или изменит форму. Способность реагировать на внешние раздражения — универсальное свойство всех живых существ, как растений, так и животных),
- г) способность к самовоспроизведению (причем потомство и похоже, и в то же время чем-то отличается от родителей),
- д) способность живых организмов передавать потомкам заложенную в них информацию, необходимую для жизни, развития и размножения. Эта информация содержится в генах — единицах наследственности, мельчайших внутриклеточных структурах. Генетический материал определяет направление развития организма. Вот почему потомки похожи на родителей. Однако эта информация в процессе передачи несколько видоизменяется, искажается. В связи с этим потомки не только похожи на родителей, но и отличаются от них.

Обобщая сказанное выше, можно сказать, что все живые организмы, в отличие от неживых тел, питаются, дышат, растут, размножаются и распространяются в природе.

Структурный или системный анализ обнаруживает, что мир живого чрезвычайно многообразен, имеет сложную структуру. На основе разных критериев могут быть выделены различные уровни. Каждому уровню соответствует биологическая система. Биологическую систему составляют биологические объекты разной степени сложности, имеющие несколько уровней организации. Представляя собой совокупность взаимосвязанных элементов они, обладают свойствами целого.

Ниже приводятся определения основных уровней организации биологических систем.

Популяционно-видовой уровень образуется свободно скрещивающимися между собой особями одного и того же вида.

Организменный и тканевый уровни отражают признаки отдельных особей, их строение, физиологию, поведение, а также различные внутриклеточные включения.

Клеточный или субклеточный уровни отражают процессы специализации клеток, а также различные внутриклеточные включения.

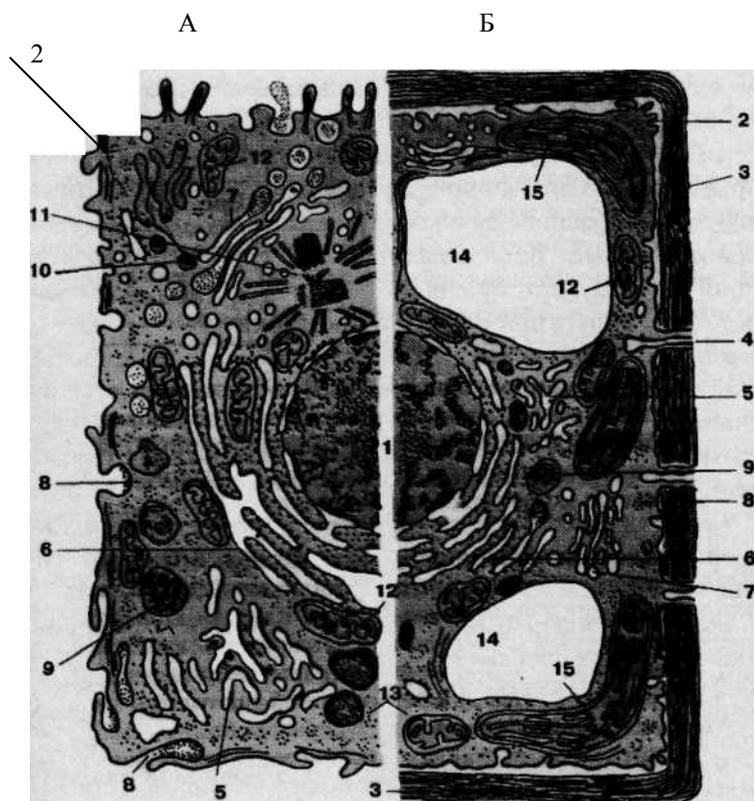
Молекулярный уровень составляет предмет молекулярной биологии, одной из важнейших проблем которой является изучение механизмов передачи генной информации.

### Клетка как первокирпичик живого

Клетка является первокирпичиком живого. Многочисленные исследования в области цитологии — биологической науки, специально занимающейся исследованием живой клетки, показали, что

все клетки имеют некоторые общие свойства не только в строении, но и в функциях. Так, клетки осуществляют обмен веществ, способны к саморегуляции своего состояния, могут передавать наследственную информацию.

Вместе с тем выяснилось, что клетки весьма многообразны. Они могут существовать как одноклеточные организмы (амебы), а также в составе многоклеточных. У клеток разный срок существования. Так, некоторые клетки пищевода отмирают у человека через несколько дней после появления, а срок жизни нервных клеток может совпадать с продолжительностью жизни человека. Жизненный цикл любой клетки завершается или делением и продолжением жизни, но уже в обновленном виде, или гибелью.



1 — ядро; 2 — цитоплазма; 3 — клеточная мембрана; 4 — плазмодесма; 5, 6 — эндоплазматическая сеть; 7 — пиноцитозная вакуоль; 8 — комплекс Гольджи; 9 — лизоплазма; 10 — жировые включения; 11 — центриоли; 12 — митохондрии; 13 — полирибосомы; 14 — вакуоль; 15 — хлоропласт.

Рис. 5. Схема строения животной (А) и растительной (Б) клетки. Клетку можно сравнить с гигантской автоматической фабрикой, выпускающей чуть ли не все виды современной продукции, где ядро можно уподобить суперкомпьютеру, оболочку ядра — фильтрующему заводу, цитоплазму — фабрике, эндоплазматическую сеть — системе коммуникации, лизосомы — химическому заводу, митохондрии — энергетическому заводу, рибосому — заводу по переработке, комплекс Гольджи — упаковке и складированию, и т. д. Следует учесть, что это очень слабое механистическое сравнение. К тому же эта непостижимо сложная и разумно организованная система обладает неслыханной способностью: она может, притом всего за несколько часов, создать точную копию самой себя.

Размеры клеток колеблются от одной тысячной сантиметра до 10 см, что, правда, встречается очень редко.

Клетки образуют ткани (нервная, мышечная и т. д.), а несколько типов тканей — органы (сердце, легкие и пр.). Группы органов, связанные с решением каких-то общих задач, называют системами организма.

Клетка имеет сложную структуру (рис. 5). Она обособляется от внешней среды оболочкой, которая, будучи неплотной и рыхлой, обеспечивает взаимодействие клетки с внешним миром, обмен с ним веществом, энергией, информацией. Обмен веществ, обеспечиваемый клетками, — важнейшее свойство всего живого. Это свойство в биологической литературе называют метаболизмом клеток.

Метаболизм в свою очередь служит основой для другого важнейшего свойства клетки — сохранения стабильности, устойчивости условий внутренней среды клетки. Это свойство клеток,

присущее всей живой системе, называют гомеостазом. Гомеостаз, т. е. постоянство состава клетки, поддерживается обменом веществ, или метаболизмом.

Обмен веществ — сложный, многоступенчатый процесс, включающий доставку в клетку исходных продуктов, получение из них энергии и белков, выведение из клетки в окружающую среду выработанных полезных продуктов, энергии и «вредных отходов».

Следует отметить, что в последнее время к миру живого относятся также и вирусы, которые не имеют клеточной структуры (бесклеточные организмы). Кроме того, существуют также некоторые организмы с клеточным строением, клетки которых не имеют типичной структуры (отсутствует ядро). Это так называемые прокариоты, безъядерные клетки. К прокариотам, т. е. древнейшим, безъядерным видам клеток относятся бактерии, сине-зеленые водоросли. Эти организмы имеют в своем составе нити молекул нуклеиновых кислот, которые у них, как и у всех других клеток, выполняют управленческую функцию, только они расположены не в ядре, а во внутриклеточной жидкости, в цитоплазме.

Несмотря на относительную простоту организации, безъядерные клетки способны выполнять все свойственные типичным клеткам функции, включая обмен веществ, поддержание стабильности и т. п. Общеизвестно, что все нити управления внутриклеточным обменом находятся в особых структурах, как правило, в ядре клетки, в очень длинных цепях молекул нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), исходной структурной единицей которых является ген. Это своего рода природное кибернетическое устройство, содержащее инструкцию, информацию, коды, определяющие характер всей деятельности клетки как по обмену веществ, так и по самовоспроизведению. Именно гены обеспечивают важнейшие метаболические и наследственные функции клетки, как и организма в целом.

Внутри одной живой клетки виден разум высшего порядка. Чем больше ученые делают открытий о клетке, о ее совершенном устройстве, тем более очевидным становится существование Творца-Вседержителя. Приведенное на рисунке сравнение клетки с современным промышленным комплексом не может передать и малой доли ее истинного совершенства.

### **Генетический механизм управления биологическими системами**

*Генетика — это биологическая наука о наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими.*

Центральным понятием генетики является «ген». Это элементарная единица наследственности, характеризующаяся рядом признаков. По своему уровню ген — внутриклеточная молекулярная структура. По химическому составу — это нуклеиновые кислоты, в составе которых основную роль играют азот и фосфор. Они расположены в ядрах клеток и их общее количество в крупных организмах может достигать многих миллиардов. По своему назначению гены — своего рода «мозговой центр» клеток и, следовательно, всего организма.

В основу генетики легли закономерности наследственности, обнаруженные австрийским биологом Г. Менделем при проведенной им серии опытов по скрещиванию различных сортов гороха. Открытия Г. Менделя были по достоинству оценены только после его смерти, а в России — значительно позже, чем в других странах.

*Основными направлениями исследований ученых-генетиков в XX в. стали следующие.*

Изучение тех предельно мелких материальных структур — молекул нуклеиновых кислот, которые являются хранителями генетической информации каждого вида живого, единицами наследственности.

Исследование механизмов и закономерностей передачи генетической информации от поколения к поколению.

Изучение механизмов реализации генетической информации в конкретные признаки и свойства организма, например, в большую продуктивность животных.

Выяснение причин и механизмов изменения генетической информации на разных этапах развития организма.

Эти задачи решаются генетикой на различных уровнях организации живой природы: молекулярном, клеточном, организменном, популяционном.

Крупнейшее открытие современной генетики связано с установлением способности генов к перестройке, изменению. Эта способность называется *мутированием* (от лат. mutatio — мутация,

изменение). Одним из результатов мутаций может быть появление организма нового вида — *мутанта*.

Причины мутаций (изменений генной информации) до конца не выяснены. Однако установлены основные факторы, вызывающие мутации. Это так называемые мутагены, рождающие изменения. Они зависят и от некоторых экстремальных факторов, таких, например, как действие отравляющих веществ и радиоактивных элементов, в результате которых количество мутаций увеличивается в сотни раз, причем возрастает оно пропорционально дозе воздействия.

В последнее время в связи с загрязнением окружающей среды, повышением фона радиации возрастает число стихийных вредных мутаций, в том числе и у человека. Ежегодно в мире рождается около 75 млн. детей. Из них 1,5 млн. т. е., около 2%, — с наследственными болезнями, вызванными мутациями. С наследственностью связана предрасположенность к раку, туберкулезу, полиомиелиту. Известны вызываемые теми же факторами дефекты нервной системы и психики, такие, как слабоумие, эпилепсия, шизофрения и т. п. Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) зарегистрировано свыше 1000 серьезных аномалий человека в виде различных уродств, нарушений жизненно важных процессов под влиянием мутагенов.

Одним из наиболее опасных видов мутагенов являются вирусы (от лат. *virus* — яд). Вирусы — мельчайшие из живых существ. Их можно рассмотреть только в электронный микроскоп. Они не имеют клеточного строения, не способны сами синтезировать белок, поэтому получают необходимые для их жизнедеятельности вещества, проникая в живую клетку и используя чужие органические вещества и энергию. У человека вирусы вызывают множество заболеваний, включая грипп и СПИД.

СПИД — синдром приобретенного иммунодефицита — вызывается особым вирусом. Попадая в клетки крови и мозга, он встраивается в генный аппарат и парализует их защитные свойства. Зараженный вирусом СПИДа человек становится беззащитным перед любой инфекцией. До сих пор не разработаны даже теоретические подходы к решению такой задачи, как очистка генетического аппарата клеток человека от чужеродной вирусной информации.

Генетика является научной основой для разработки практических методов селекции, т. е. создания новых пород животных, видов растений, культур микроорганизмов с нужными человеку признаками.

Еще недавно нас уверяли, что советские ученые посредством скрещивания, гибридизации, выведут новые сорта: будут вишни и сливы размером с яблоко, а яблоки и груши размером с дыню. Но оказалось, что гибриды недолговечны или бесплодны, не передают свои качества по наследству, как, например, бесплодны мул и лошак. Экспериментами было испорчено много хороших сортов яблонь и других растений, но не получили ничего, кроме дутых огурцов, длинных и безвкусных. «Например, была выведена порода кур, цыплята которой достигали оптимального для употребления в пищу размера всего за шесть недель после их появления на свет. Но при этом цыплята требовали немалого ухода и усилий просто для того, чтобы в течении семи недель они просто выжили. А когда группам, разделенным для селекции, позволяют смешаться и иметь смешанное потомство, как это происходит в дикой природе, смешанная группа возвращается в первоначальное состояние всего через несколько поколений.» [63]. А ведь в Библии было предостережение: «Скота своего не своди с иною пороною; поля своего не засевай двумя родами семян» (Лев. 19, 19).

Теория эволюции утверждает, что мутации являются источником появления новых видов, всего современного разнообразия жизни на земле. Будь это так, то имелось бы немыслимое количество полезных, благотворных мутаций, на самом же деле существует лишь очень ограниченное количество примеров подобного рода [64]. Все когда-либо наблюдавшиеся мутации были либо вредными, либо, в лучшем случае, бесполезными. Никогда не наблюдалось ни одной несомненно полезной мутации. А ведь эволюция подразумевает миллионы полезных мутаций, их целые непрерывные серии.

Итак, все энергетические изменения в живой материи определяются заложенной в клетках генетической информацией. Не является ли это указанием на то, что Творцом живой материи может быть только разум, обладающий высшей информацией? Наличие мутаций у живых организмов указывает на то, в какой степени все живое зависимо от источника информации.

Функциональность живого на всех уровнях организации, слаженность и согласованность всех функций живых организмов также указывают нам на мудрого Творца. И если мы принимаем библейское представление о Творце всего мироздания, Слово Которого является источником всего, в том числе и генетической информации во всех живых организмах, мы не можем не признать особого положения человека в мире живых организмов. Разум, данный человеку для реализации своего предназначения на земле, делает возможным научное познание им окружающего мира, в том числе мира, недоступного его непосредственному восприятию, в частности микро- и мегамира, о которых пойдет речь ниже.

Вопросы и задания для самостоятельной работы:

1. Охарактеризуйте основные уровни организации материи.
2. Какова область применимости законов Ньютона?
3. В чем различие понятий теплоты и температуры?
4. Законы термодинамики, их взаимосвязь.
4. Представления статистической термодинамики.
5. Характеристика основных элементов химических систем.
6. Атомно-молекулярная теория строения вещества.
7. История открытия периодического закона.
8. Взаимосвязь строения атома и периодического закона.
9. Типы связи в химических соединениях.
10. Принцип Ле Шателье и его практическое применение.
11. Закон Гесса как основа термохимических расчетов.
12. Сущность каталитического управления химическими процессами.
13. Предмет биологии и структура биологической науки.
14. Характеристика основных биологических систем.
15. Клетка как первокирпичик живого, ее строение и функционирование.
16. Предмет генетики.

## ЧАСТЬ V ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ О МИРЕ, ОГРАНИЧЕННОМ ДЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКОМ

### Глава 1 МИКРОМИР: НЕКОТОРЫЕ КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

#### **Развитие представлений о строения атома**

Первые указания о сложном строении атома были получены при изучении процессов прохождения электрического тока через жидкости. Опыты выдающегося английского ученого М. Фарадея в тридцатых годах XIX в. навели на мысль о том, что электричество существует в виде отдельных единичных зарядов.

Величины этих единичных зарядов электричества были определены в более поздних экспериментах по пропусканию электрического тока через газы (опыты с так называемыми катодными лучами). Было установлено, что катодные лучи — это поток отрицательно заряженных частиц, которые получили название электронов.

Прямым доказательством сложности строения атома было открытие самопроизвольного распада атомов некоторых элементов, названное радиоактивностью. (А. Беккерель, 1896 г.). Последовавшее за этим установление природы  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучей, образующихся при радиоактивном распаде (Э. Резерфорд, 1899-1903 г.), открытие ядер атомов (Э. Резерфорд, 1909-1911 г.), определение заряда электрона (Р. Милликен, 1909 г.) позволили Э. Резерфорду в 1911 г. предложить одну из первых моделей строения атома.

**Модель Резерфорда.** Суть планетарной модели строения атома (Э. Резерфорд, 1911 г.) можно свести к следующим утверждениям.

В центре атома находится положительно заряженное ядро, занимающее ничтожную часть пространства внутри атома.

Весь положительный заряд и почти вся масса атома сосредоточены в его ядре (масса электрона равна  $1/1823$  а.е.м.).

Вокруг ядра вращаются электроны. Их число равно положительному заряду ядра.

Эта модель оказалась очень наглядной и полезной для объяснения многих экспериментальных данных, но она сразу обнаружила и свои недостатки. В частности, электрон, двигаясь вокруг ядра с ускорением (на него действует центростремительная сила), должен был бы, согласно электромагнитной теории, непрерывно излучать энергию. Это привело бы к тому, что электрон должен был бы двигаться вокруг ядра по спирали и в конце концов упасть на него. Никаких доказательств того, что атомы непрерывно исчезают, не было, отсюда следовало, что модель Резерфорда в чем-то ошибочна.

**Теория Бора.** В 1913 г. датский физик Н. Бор предложил свою теорию строения атома. При этом Бор не отрицал полностью предыдущие представления о строении атома: как и Резерфорд, он считал, что электроны двигаются вокруг ядра подобно планетам, движущимся вокруг Солнца. Однако к этому времени Дж. Франк и Г. Герц (1912 г.) доказали дискретность энергии электрона в атоме и это позволило Бору положить в основу новой теории два необычных предположения (постулата):

1. Электрон может вращаться вокруг ядра не по произвольным, а только по строго определенным (стационарным) круговым орбитам.

Радиус орбиты  $r$  и скорость электрона  $v$  связаны квантовым соотношением Бора:

$$mvr = p\hbar,$$

где  $m$  — масса электрона,  $p$  — номер орбиты,  $\hbar$  — постоянная Планка ( $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$  Джс).

2. При движении по стационарным орбитам электрон не излучает и не поглощает энергии.

Таким образом, Бор предположил, что *электрон в атоме не подчиняется законам классической физики*. Согласно Бору, излучение или поглощение энергии определяется переходом из одного состояния, например, с энергией  $E_1$ , в другое — с энергией  $E_2$ , что соответствует переходу электрона с одной стационарной орбиты на другую. При таком переходе излучается или поглощается энергия

$$\delta E = E_1 - E_2 = h\nu,$$

где  $\nu$  — частота излучения,  $h = 2\pi\hbar = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Джс.

Бор, используя это уравнение, рассчитал частоты линий спектра атома водорода, которые хорошо согласовались с экспериментальными значениями, но было обнаружено также и то, что для других атомов эта теория не давала удовлетворительных результатов.

### **Квантовая модель строения атома**

В последующие годы некоторые положения теории Бора были переосмыслены и дополнены. Наиболее существенным нововведением явилось понятие об электронном облаке, которое пришло на смену понятию об электроне только как частице.

В основе современной теории строения атома лежат следующие основные положения:

1. *Электрон имеет двойственную (корпускулярно-волновую) природу*. Он может вести себя и как частица, и как волна: подобно частице, электрон обладает определенной массой и зарядом; в то же время, движущийся электрон проявляет волновые свойства, например, характеризуется способностью к дифракции. Длина волны электрона  $\lambda$  и его скорость  $v$  связаны соотношением де Бройля:

$$\lambda = h/mv$$

2. *Для электрона невозможно одновременно точно измерить координату и скорость*. Чем точнее мы измеряем скорость, тем больше неопределенность в координате, и наоборот. На соотношении неопределенностей, установленном немецким физиком В. Гейзенбергом, основывается квантово-механическое описание микромира. Математическим выражением принципа неопределенности служит соотношение:

$$\delta x \cdot m \delta v > \hbar / 2,$$

где  $\delta x$  — неопределенность положения координаты,  $\delta v$  — погрешность измерения скорости.

3. *Электрон в атоме не движется по определенным траекториям, а может находиться в любой части околоядерного пространства*, однако вероятность его нахождения в разных частях этого пространства неодинакова. Пространство вокруг ядра, в котором вероятность нахождения электрона достаточно велика, называют орбиталью.

4. *Ядра атомов состоят из протонов и нейтронов* (общее название — нуклоны). Число

протонов в ядре равно порядковому номеру элемента, а сумма чисел протонов и нейтронов соответствует его массовому числу.

Последнее положение было сформулировано после того, как в 1920 г. Э. Резерфорд открыл протон, а в 1932 г. Дж. Чедвик — нейтрон.

Различные виды атомов имеют общее название — *нуклиды*. Нуклиды достаточно характеризовать любыми двумя числами из трех фундаментальных параметров:  $A$  — массовое число,  $Z$  — заряд ядра, равный числу протонов, и  $N$  — число нейтронов в ядре. Эти параметры связаны между собой соотношениями:

$$Z = A - N, N = A - Z, A = Z + N.$$

Нуклиды с одинаковым  $Z$ , но различными  $A$  и  $N$ , называют *изотопами*.

Сформулированные выше положения составляют суть теории, описывающей движение микрочастиц, — *квантовой механики*.

Фундаментальным принципом квантовой механики, наряду с соотношением неопределенностей, является принцип дополнительности, который Н. Бор сформулировал следующим образом. *Понятие частицы и волны дополняют друг друга и в то же время противоречат друг другу, они являются дополняющими картинами происходящего*. Смелая мысль Л. де Бройля о всеобщем «дуализме» частицы и волны позволила построить теорию, с помощью которой можно было охватить свойства материи и света в их единстве. Кванты света являлись при этом объединяющим элементом строения микромира. Убедительным свидетельством существования волновых свойств материи стало обнаружение в 1927 году дифракции электронов американскими физиками К. Дэвисоном и Л. Джермером. В дальнейшем были выполнены опыты по обнаружению дифракции нейтронов, атомов и даже молекул. Во всех случаях результаты полностью подтверждали гипотезу де Бройля.

Законы движения электронов в квантовой механике выражаются *уравнением Шредингера*, которое играет в квантовой механике ту же роль, что и законы Ньютона в классической механике.

Начало современным представлениям о микромире было положено исследованиями М. Планка, благодаря которым он пришел к выводу о том, что в процессах излучения энергия может быть отдана или поглощена не непрерывно и не в любых количествах, а лишь в известных неделимых порциях-квантах. Сумма энергий этих мельчайших порций энергий-квантов определяется через число колебаний соответствующего вида излучения и универсальную естественную константу, которую М. Планк ввел в науку под символом  $h$ :  $E = hn$ , где  $n$  — частота, а  $E$  — энергия кванта. День опубликования этой формулы — 14 декабря 1900 года считается днем рождения квантовой теории. А поскольку понятие элементарного кванта послужило основой для понимания свойств атомной оболочки и ядра, то этот день следует рассматривать как день рождения **атомной физики** и начало новой эры естествознания. В 1905 году А. Эйнштейн перенес идею квантованного поглощения и отдачи энергии при тепловом излучении на излучение вообще и, таким образом, представил новое учение о свете. Представление о световых квантах помогло понять и наглядно представить явление **фотоэлектрического эффекта**, суть которого заключается в выбивании электронов из вещества под действием электромагнитных волн. Эксперименты показали, что явление фотоэффекта обусловлено воздействием света определенной частоты, а не интенсивностью светового воздействия. Эффект возникает лишь в том случае, если энергия фотона, а следовательно, и его частота достаточно велика для преодоления сил связи электрона с веществом.

Открытое в 1923 году американским физиком А.Х. Комптоном явление (эффект Комптона), которое отмечается при воздействии очень жесткими рентгеновскими лучами на атомы со свободными электронами, вновь окончательно подтвердило квантовую теорию света.

Противоречия корпускулярно-волновых свойств микрообъектов являются лишь кажущимися. Это результат неконтролируемого взаимодействия микрообъектов и макроприборов. Имеется два класса приборов: в одних квантовые объекты ведут себя как волны, в других — подобно частицам. В экспериментах мы наблюдаем не реальность как таковую, а лишь квантовое явление, включающее результат взаимодействия прибора с макрообъектом. М. Бори образно заметил, что волны и частицы — это «проекции» физической реальности на экспериментальную ситуацию.

Обе картины, корпускулярная и волновая оправданы, они дополняют друг друга, т. е. комплементарны и вместе дают картину микромира.

На основе системы формул волновой механики были предсказаны новые **элементарные частицы**. Исследования в области элементарных частиц представляют собой изучение глубинного уровня структурной организации материи.

#### **Элементарные частицы как глубинный уровень структурной организации материи**

Своего рода первокирпичики имеются для каждой формы движения материи. На уровне, изучаемом физикой, роль таких первокирпичиков выполняют фундаментальные частицы — кварки, которые не имеют внутренней структуры. Это мельчайшие частицы вещества — поля, точное местонахождение которых трудно определить даже самыми точными приборами.

В качестве первой элементарной частицы в конце XIX в. был открыт электрон, а затем в первые десятилетия XX века — фотон, протон, позитрон и нейтрон. Термин «элементарные» по отношению к мельчайшим частицам первоначально означал их неделимость. Однако вскоре ученые осознали всю условность этого названия.

В 1932 году был открыт нейтрон и создана нейтронно-протонная модель атомного ядра. В результате из атомной физики выделилось самостоятельное, бурно развивающееся направление **ядерная физика**.

Ядерная физика изучает структуру и свойства атомных ядер. Она исследует также взаимопревращения атомных ядер, происходящие в результате как радиоактивных распадов, так и различных ядерных реакций. К ядерной физике тесно примыкают физика элементарных частиц, физика и техника ускорителей заряженных частиц, ядерная энергетика. Ядерно-физические исследования имеют огромное чисто научное значение, позволяя продвигаться в понимании строения материи и в то же время чрезвычайно важны в практическом отношении (в энергетике, медицине и т. д.). После второй мировой войны, благодаря использованию современной экспериментальной техники, и прежде всего мощным ускорителям, в которых создаются условия высоких энергий и громадных скоростей, было установлено существование большого числа элементарных частиц — свыше 300. Среди них имеются как экспериментально обнаруженные, так и теоретически вычисленные, включая резонансы, кварки, виртуальные частицы.

Основными характеристиками элементарных частиц являются масса, заряд, среднее время жизни, спин и квантовые числа.

**Масса покоя элементарных частиц** определяет средние частицы с массой покоя в пределах от одной до тысячи масс электрона. Некоторые частицы, например, фотоны, не имеют массы покоя. Остальные частицы по величине массы покоя делятся на три группы. **Лептоны** — легкие частицы (электрон и нейтрино); **мезоны** — средние частицы с массой покоя в пределах от одной до тысячи масс электрона; **барионы** — тяжелые частицы, чья масса превышает тысячу масс электрона и в состав которых входят протоны, нейтроны, гипероны и многие резонансы.

**Электрический заряд** является важнейшей характеристикой элементарных частиц. Каждой частице, кроме фотона и двух мезонов, соответствуют античастицы с противоположным зарядом.

Спин характеризует момент количества микрочастицы. Вместе с понятием «**квантовое число**» он характеризует состояние элементарной частицы.

Характеристикой элементарных частиц являются также **взаимодействия**. В природе различают четыре вида фундаментальных взаимодействий: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Свойства элементарных частиц определяются, в основном, первыми тремя видами взаимодействия.

**Сильное взаимодействие** существует на уровне атомных ядер и представляет собой взаимное притяжение и отталкивание их составных частей. Оно действует на расстоянии порядка  $10^{-13}$  см. При определенных условиях сильное взаимодействие очень прочно связывает частицы, в результате чего образуются материальные системы с высокой энергией связи — атомные ядра. Именно по этой причине ядра атомов являются весьма устойчивыми и их трудно разрушить. Частицы, не участвующие в сильных взаимодействиях, называются **лептонами** (например, электроны, мюоны, нейтрино).

**Электромагнитное взаимодействие** примерно в тысячу раз слабее сильного, но значительно более дальнodelствующее. Взаимодействие такого типа свойственно электрически заряженным частицам.носителем электромагнитного взаимодействия является не имеющий заряда фотон — квант электромагнитного поля. В процессе электромагнитного взаимодействия электроны и

атомные ядра соединяются в атомы, а атомы в молекулы. Можно сказать, что это взаимодействие является основным на макроуровне организации материи.

**Слабое взаимодействие** возможно между различными частицами. Оно простирается на расстоянии порядка  $10^{-15} - 10^{-22}$  см и связано, главным образом с распадом частиц, например, с происходящими в атомном ядре превращениями нейтрона в протон, электрон и антинейтрино. В соответствии с современными представлениями нестабильность большинства частиц обусловлена слабым взаимодействием.

**Гравитационное взаимодействие** является самым слабым и оно не учитывается в теории элементарных частиц. Но на ультрамалых расстояниях порядка  $10^{-33}$  и при ультрабольших энергиях гравитация приобретает существенное значение, поскольку гравитационное взаимодействие по своей силе становится сравнимым с другими взаимодействиями. Решающее значение, с неограниченным радиусом действия, гравитационное взаимодействие приобретает в космических масштабах.

В природе, как правило, проявляется не одно, а все виды взаимодействий, и свойства многих частиц определяются всеми четырьмя его типами. Например, протон — частица с сильным взаимодействием, но наличие электрического заряда заставляет его принимать участие также в электромагнитном взаимодействии. А поскольку он мог возникнуть вследствие ( $\beta$ -распада нейтрона, т. е. в результате слабого взаимодействия, он связан со слабым взаимодействием. Кроме того, протон участвует в гравитационном взаимодействии, так как тела, в состав атомов которых он входит, имеют вес.

Частицами, участвующими во всех видах взаимодействия, являются **андроны** (к числу этих частиц принадлежат нуклоны и все резонансы).

От силы взаимодействия зависит время, в течение которого совершается превращение элементарных частиц. Чтобы при столкновениях элементарных частиц рождались новые частицы, кинетическая энергия сталкивающихся частиц должна быть сравнимой с энергией покоя рождающихся частиц. Частицы с такими большими энергиями находятся в космических лучах или разгоняются в ускорителях. По **времени жизни** частицы делятся на **стабильные** и **нестабильные**. Стабильных частиц пять: фотон, две разновидности нейтрино, электрон и протон. Именно стабильные частицы играют важнейшую роль в структуре макротел. Все остальные частицы нестабильны, они существуют около  $10^{-10}$  ч -  $10^{-24}$  сек, после чего распадаются. Элементарные частицы со средним временем жизни  $10^{-23}$ - $10^{-22}$ ч называют резонансами. Из-за короткого времени жизни они распадаются до того, как успеют покинуть атом или атомное ядро. Резонансы, как уже упоминалось, вычислены только теоретически и экспериментально не зафиксированы.

Квантовая механика является той областью знания, где особенно отчетлива видна ограниченность научного метода познания микромира. В настоящее время физика элементарных частиц подошла к уровню, когда формы материи (вещество и поле) становятся неразличимы между собой, и проявляется вторичность материальных свойств по отношению к идеальным характеристикам, описываемым лишь в терминах информации [2]. (Помните: «В начале было Слово...» (Иоан. 1, 1), «В начале словом Божиим небеса и земля составлены» (2 Пет. 3, 5), «Веки устроены словом Божиим, так что из невидимого произошло видимое» (Евр. 11, 3) и проч.) Эти библейские стихи указывают нам на источник энергии на всех уровнях организации материи.

## Глава 2 МЕГАМИР: СОВРЕМЕННЫЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ И КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ

### Системы мегамира

Мсгамир или космос имеет системную организацию в форме планет и планетных систем, возникающих вокруг звезд; звезд и звездных систем — галактик; системы галактик — метagalaktiki. Даже доступное нам знание о космосе являет картину совершеннейшей организации метасистемы, которая могла быть сотворена только разумом, намного более высоким, чем человеческий. Еще Платон писал: «Чтобы уверовать в Бога, стоит только поднять глаза к небу... думайте же о верховно разумной душе, видя порядок в мире»

*Учение о законах движения звезд называется астрономией (астрономия — греч. астро — звезда, номия — закон).* Вот некоторые цифры, свидетельствующие о совершенной организации

мегамира.

- Земля делает оборот вокруг своей оси за 24 часа, а вокруг Солнца она вращается со скоростью 29 км/сек. Средний радиус Земли 6371 км. Масса Земли  $5,976 \cdot 10^{24}$  кг. Среднее расстояние от Земли до Солнца 150 млн. км.
- Луна, более близкая нам соседка, в 78 раз меньше Земли, она находится от нас на расстоянии 384000 км. В течение 27 дней она делает оборот вокруг Земли и за такое же время она делает оборот вокруг своей оси, поэтому мы всегда видим лишь одну сторону Луны. Луна совершает сложное движение вокруг Земли с многообразными колебаниями.
- Наблюдаемые размеры Солнечной системы определяются расстоянием от Солнца до самой далекой от него планеты — Плутона (около 40 а. е.; 1 а. е. =  $1,49598 \cdot 10^{11}$  м).
- Солнечная система участвует во вращении Галактики, двигаясь по приблизительно круговой орбите со скоростью ок. 250 км/с. Период обращения вокруг центра Галактики определяется примерно в 200 млн. лет.
- Скорость света 300 тысяч км/сек послужила мерою для представления звездных расстояний.
- От звезд первой величины свет доходит до нас в пятнадцать с половиной лет. Продолжительность движения света от звезд второй величины равняется 19,5 годам. Шестой величины — 186 лет. Они удалены от нас в 19 раз дальше, чем звезды первой величины. Девятая величина — 586 лет движения света.
- Сириус (в созвездии Большого Пса) — одна из блестящих и самых близких к земному шару звезд — в 1000 раз объемистее Солнца, находится от нас уже на расстоянии триллионов километров и относится к разряду тех звезд, свет которых достигает нашей планеты только в продолжение многих тысяч лет, тогда как для прохождения до нас солнечного света достаточно восьми минут.
- В нашей галактике, Млечном Пути, находится до 100 млрд. звезд, отдаленных друг от друга на миллиарды километров.
- Земля получает от Солнца около  $2 \cdot 10^{17}$  Вт солнечной лучистой энергии

На землю попадает ничтожная часть солнечной энергии, составляющая около половины миллиардной доли, тем не менее она является источником энергии, обеспечивающей жизнедеятельность на земле. Стефенсон говорил: «Кто заставляет двигаться поезд? Это солнце. Оно скопляет свой жар в растениях и откладывает его в земле (каменный уголь)». От солнца мы получаем свет в 290 млрд. раз больше, чем от полярных светил. На хромосфере Солнца можно наблюдать ослепительные горы образующиеся с быстротой 200 км/сек до 250000 км в высоту. Шпаги в 20 раз больше диаметра земли. Но наше солнце уже не светило первого разряда. Его свет затемняется блеском Сириуса, Беги, Ригеля, Регулюса и других солнц, на которых еще нет пятен, которых свет идеально белый и лучезарность страшная. На некоторых точках фотосферы замечаются темные пятна. Это дыры, пропасти, бездны. В 1873 году появление одного из этих пятен последовало за огромным извержением водорода. Пятно 1894 года измерялось в 150000 км. Оно могло поглотить за один раз десять земель. На отверстиях этих пропастей фотографии показывают тысячи сталактитов (натечных минеральных образований в виде столбиков) выдвинутых изнутри. Происхождение этих пропастей приписывают вихрям, обнажающим солнечное ядро, или огромным пузырям, которые производят в коре его щели и выбрасывают на поверхность иногда охлажденное вещество, которое и внедряется в нее. Вследствие этого поверхность делается пятнистою. Эти разнообразные пятна, распознаваемые через 11 лет, бывают видимы невооруженным глазом, защищенным лишь посредством простых дымчатых очков. Ученый астроном из Бурже аббат Море произвел замечательные исследования отношений, существующих между периодами солнечной деятельности и числом гроз на земной поверхности (Nodon. L'Influence électrique de Soleil, Rev scientifique 2 mars 1907). Действительно, в настоящее время полагают, что образование и развитие солнечных пятен имеет очень важное значение в метеорологии нашей планеты.

**Звезды** не существуют изолированно, а образуют системы. Простейшие звездные системы — так называемые кратные системы, состоящие из двух, трех, четырех, пяти и больше звезд, обращающихся вокруг общего центра тяжести.

Звезды объединены также в еще большие группы — звездные скопления, которые могут иметь «рассеянную» или «шаровую» структуру. Рассеянные звездные скопления насчитывают несколько сотен отдельных звезд, шаровые скопления — многие сотни тысяч.

Перечисленные звездные системы являются частями более общей системы — **Галактики**, включающей в себя помимо звезд и диффузную материю. По своей форме галактики разделяются на три основных типа: эллиптические, спиральные и неправильные. В неправильных галактиках наблюдаются вихревые движения газов и тенденция к вращению, вероятно, ведущие к образованию спиральных ветвей. В настоящее время астрономы насчитывают около 10 млрд. галактик.

Большинство галактик имеет эллиптическую или спиралевидную форму. Галактика, внутри которой расположена Солнечная система, является спиральной системой, состоящей приблизительно из 120 млрд звезд. Она имеет форму утолщенного диска. Наибольший диаметр равен 100 тыс. световых лет.

Наша Галактика состоит из звезд и диффузной материи. Ее звезды разделяются различными способами на подсистемы. В ней насчитывается приблизительно 20 тыс. рассеянных и около 100 шаровых скоплений звезд. Кроме того, можно выделить звезды, концентрирующиеся в галактической плоскости и образующие плоскую систему и сферическую форму пространственного распределения звезд, образующую ядро галактики.

По радиоастрономическим наблюдениям сделано заключение, что наша Галактика имеет четыре спиральные ветви. Ближайшей галактической системой является туманность Андромеды, находящаяся от нас на расстоянии 2700000 световых лет. Нашу Галактику и туманность Андромеды можно причислить к самым большим из известных в настоящее время галактик.

Галактики, как правило, встречаются в виде так называемых «облаков» или «скоплений галактик». Эти «облака» содержат до нескольких тысяч отдельных систем. Распределение галактик в пространстве указывает на существование определенной упорядоченной системы — метagalктики. **Метагалактика**, или система галактик, включает в себя все известные космические объекты.

#### **Форма существования материи и энергии в мегамире**

Материя во вселенной представлена сконденсировавшимися космическими телами и диффузной материей. Диффузная материя существует в виде разобщенных атомов и молекул, а также более плотных образований — гигантских облаков пыли и газа — газовой-пылевой туманностей. Значительную долю материи во вселенной, наряду с диффузными образованиями, занимает материя в виде излучения. Следовательно, космическое межзвездное пространство никоим образом не пусто.

Вещество во вселенной находится преимущественно в звездном состоянии. 97% вещества в нашей Галактике сосредоточено в звездах, представляющих собой гигантские плазменные образования различной величины, температуры, с разной характеристикой движения. У многих, если не у большинства других галактик, «звездная субстанция» составляет более чем 99,9% их массы.

В недрах звезд при температуре до 150 млн. градусов и при очень высокой плотности атомы находятся в ионизированном состоянии: электроны почти полностью или абсолютно все отделены от своих атомов.

Оставшиеся ядра вступают во взаимодействие друг с другом, благодаря чему водород, имеющийся в избытке в большинстве звезд, превращается при участии углерода в гелий. Эти и подобные ядерные превращения являются источником колоссального количества энергии, уносимой излучением звезд.

Для объяснения структуры мегамира наиболее важным является гравитационное взаимодействие. В соответствии с законом Ньютона: «притяжение, которому подчинено всякое тело, прямо пропорционально массе и обратно пропорционально квадрату расстояния».

Дополнением к закону служат законы Кеплера

В своем первом законе Кеплер отказывается от представления Коперника о круговом движении планет вокруг Солнца. В этом законе утверждается, что каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Радиус-вектор, который идет от Солнца к планете, описывает в равные промежутки времени равные площади.

Квадраты времен обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы их средних расстояний от него.

Кеплер, живший в состоянии постоянного удивления от гармонии вселенной, был убежден, что Бог в расположении светил в порядке их движения все сделал числом и мерою, и это убеждение привело его к бессмертным открытиям. Он разработал теорию солнечных и лунных затмений, предложил способы их предсказания, уточнил величину расстояния между Землей и Солнцем и решил ряд других важных практических задач.

Знание законов, действующих в мсгамире, позволяет предсказывать многие явления, которые опытным путем были обнаружены значительно позднее. В 1847 г. французский астроном Лё Веррье предсказал планету Нептун (наблюдения за Ураном указывали на наличие планеты, искажавшей его эллиптическую орбиту). Он же предсказал прохождение кометы Галлея в начале 1759 г. И действительно, она прошла 12 марта 1759 года.

Огромная энергия, излучаемая звездами, образуется в результате ядерных процессов, происходящих внутри звезд. Те же силы, которые высвобождаются при взрыве водородной бомбы, образуют внутри звезды энергию, позволяющую ей излучать свет и тепло. Посредством спектрального анализа посылаемого нам света была открыта природа вещества, составляющего Солнце и звезды, с такою верностью, как будто могли забрать на них образцы минералов с сотен тысяч миллиардов километров. Некоторые элементы, например, Не — с помощью спектрального анализа были открыты на Солнце задолго до открытия на земле.

Спектральный анализ открывает в светилах небесных те же самые простые тела, как и в земной материи: Са, Сг, Ni, Fe и проч. Для верующего человека этот факт служит еще одним указанием на единого Творца-Вседержителя.

### Теории происхождения Солнечной системы и вселенной

Несмотря на то, что опытная проверка гипотез о механизмах образования вселенной и нашей солнечной системы невозможна, имеющиеся в распоряжении ученых факты дают основания для выбора той или иной теории. Рассмотрим некоторые явления мегамира, на основании которых построены современные теории происхождения вселенной. При рассмотрении этих явлений следует учесть, что человек принадлежит к уровню организации материи, отличному от мегауровня, поэтому необходимо проявлять осторожность при интерпретации результатов наблюдений, по которым мы судим о явлениях.

К числу явлений, которые получили противоречивые толкования учеными с различным мировоззрением и на основании которых строятся многочисленные теории о происхождении вселенной, относится, во-первых, смещение света от далеких галактик и звезд к красному концу спектра. Это явление, получившее название «красное смещение», многие ученые используют в качестве свидетельства расширяющейся вселенной. Предложены различные объяснения этого явления. Первое из них связано с эффектом Доплера, заключающемся в следующем. Если звезда неподвижна по отношению к нам, то ее световые волны достигнут нас при определенной скорости, и звезда предстанет в определенном свете. Однако, если звезда удаляется от нас, меньшее количество световых волн достигнет нас за данное время, и свет сместится к красному краю спектра после прохождения через стеклянную призму (эффекта Доплера). Если же звезда движется по направлению к нам, то смещение Доплера произойдет к голубому краю спектра и она будет иметь голубой цвет. Поскольку все звезды и галактики, находящиеся на большом удалении от нас, имеют красное смещение, допустим вывод о расширяющейся вселенной. Астроном Эдвин Хаббл внес большой вклад в доказательство того, что галактики расходятся друг от друга [62].

В то же время факт расширения вселенной оспаривается многими учеными. По их мнению, причиной «красного смещения» может быть не только расширение вселенной, но и другие явления [55].

Представление о **Большом взрыве**, положившем начало эволюции во вселенной, является одной из основных предпосылок эволюционной теории происхождения и развития вселенной.

Теория Большого взрыва основана на гипотезах о расширении вселенной и о ее происхождении в результате взрыва. Экстраполируя степень расширения вселенной в настоящем на прошлое,

сторонники этой теории делают предположение о том, что взрыв произошел от 9 до 18 млрд. лет назад. По их мнению, в то время материя существовала в виде плотной массы с температурой в триллионы градусов. Предполагается, что после взрыва в течение огромного периода времени из беспорядка образовался порядок. Атомы и молекулы образовали небесные тела, подобные нашей солнечной системе; в результате соединения молекул появилась простейшая жизнь, которая, развиваясь в течение миллионов лет в условиях случайных процессов, образовала более сложные формы жизни.

В качестве свидетельства взрыва некоторые ученые приводят данные *замеров фоновой космической радиации* спутником COBE [52]. По их мнению, Большой взрыв должен был произвести *равномерное* распределение всей материи и энергии по всем направлениям. Спутник COBE зафиксировал «отголоски» или «эхо» низкого уровня радиации (тепла), характер спектра которого соответствовал равномерному распределению температуры во вселенной. Противники теории Большого взрыва приводят данные о неточности замеров, проведенных COBE.

Один из разработчиков спутника заявил, что хотя COBE и оснащен новейшим оборудованием для исследования объектов вселенной, но оно не позволяет измерять колебания с точностью до 30-миллионной доли градуса. Это подтверждено в публикации Science Journal от 1 мая 1992 года (с. 612). В то же время многие ученые, доверяющие данным замеров фонового излучения, именно его наличие считают сильным доводом против Большого взрыва. Поскольку во вселенной существуют скопления миллионов галактик, которые группируются вместе и имеют большие пустоты между собой, т. е. вселенная анизотропна, то в случае Большого взрыва подобную же анизотропию следовало ожидать и в фоновом излучении. «Как сообщал в апреле 1990 года журнал «New Scientist», «многие признанные теории формирования Галактик рассыплются в прах, если накопленные данные и впредь будут подтверждать неизменность фонового излучения. Галактики могли конденсироваться из вещества взрыва только в том случае, если оно было сконденсированным... теорию Большого взрыва ожидают большие неприятности» [55].

Анализ различных мнений, связанных с фоновым излучением и теорией Большого взрыва, указывает на их противоречивость. В то же время следует отметить, что данные измерений COBE хорошо объясняются на основе предположения о снижении скорости света, что было показано выше.

Представление о Большом взрыве, положившем начало эволюции во вселенной, является одной из основных предпосылок теории эволюции и имеет множество противоречий. Однако основной проблемой этой теории является вопрос об источнике Большого взрыва. Если вселенная есть следствие взрыва, то когда-то в прошлом этот взрыв должен иметь начало, должен существовать момент, когда взрыв начался. Если же он имеет начало, то должен быть и Начинатель.

Собственное мировоззрение Эйнштейна не позволило ему принять подобное заключение. Более того, он сам предложил новую физическую силу, которая с точностью опровергала бы существование фактора расширения и сужения. Только когда астроном Эдвин Хаббл своими результатами также указал на расширение вселенной в соответствии с предсказанием общей теории относительности, Эйнштейн был вынужден признать «необходимость начала» и «присутствие сверхъестественной силы».

Попыткой уйти от необходимости признания Творца являются *теории колеблющейся, статической и осциллирующей вселенной* [54]. Британский ученый Джон Гриббин в связи с теорией осциллирующей вселенной выразил мнение многих своих коллег: «Важнейший вопрос, возникающий в связи с теорией происхождения Вселенной вследствие Большого взрыва, является философским, пожалуй даже теологическим, а что же было до взрыва? Этот вопрос сам по себе был вполне достаточным, чтобы дать сильный толчок разработке теории статической Вселенной. Но поскольку эта теория вступила в противоречие с наблюдениями, наилучшим способом обойти возникшую трудность является модель, по которой Вселенная расширяется с сингулярности, коллапсирует назад в начальную стадию и повторяет этот цикл бесконечно» [56].

Все эти теории не выдержали критики специалистов. В качестве спасительной соломинки многие физики пытались использовать квантовую механику. Британский астрофизик в своей книге «Бог и новая физика» отмечая, что элементарные частицы могут начать существовать из ничего вследствие квантового туннелирования (квантовое туннелирование — это процесс, во время

которого кванто-механические частицы преодолевают барьеры, которые являются непроницаемыми для классических объектов), разработал новую теорию, предполагающую, что подобным же образом и вся вселенная впрыгнула в свое существование из ничего. Интересно, что аргументы Дэвиса против Божественного сотворения могут быть использованы против его же гипотезы. Квантовая механика основана на концепции о том, что квантовые эффекты имеют место в соответствии с конечными вероятностями в пределах конечных временных интервалов. Чем больше временной интервал, тем больше вероятность квантового эффекта. Вне времени, однако, квантовый результат невозможен. Поэтому происхождение времени (совпадающее с происхождением пространства, материи, энергии) уничтожает квантовое тунеллирование в качестве творца.

Хорошим подтверждением положения о том, что *пространство и время должны иметь начало* является работа трех британских астрофизиков Стивена Хоукинга, Джорджа Эллиса и Роджера Пенроуза [57, 58]. Они расширили решения уравнений теории всеобщей относительности, включив в них пространство и время. Их работы показали, что если эти уравнения применимы ко вселенной, то резонно считать, что время и пространство тоже должны иметь начало, совпадающее с началом материи и энергии. Другими словами, время само по себе конечно. Эти следствия теории относительности в 1970 году еще не были подтверждены. Эксперименты, проведенные в 1980 году, уничтожили сомнения в этом [61]. К 1990 году было собрано 11 независимых доказательств, подтверждающих общую теорию относительности [54].

Таким образом, многочисленные данные современной космологии указывают на то, что наш материальный мир не существовал вечно — он возник мгновенно в конкретный начальный момент времени. Независимо от решения вопроса расширяется вселенная в настоящее время или нет, нет оснований отвергать предположение о том, что вселенная могла быть создана в том же виде, в каком она существует сегодня. Расширение вселенной не имеет прямого отношения к ее возрасту. Тем более необоснованна экстраполяция процесса расширения вселенной с последующим выводом о возникновении вселенной в результате Большого взрыва. Результаты научных наблюдений за объектами мегамира свидетельствуют в пользу библейской модели сотворения. «Чем больше астрономы узнают о происхождении и развитии Вселенной, тем больше они накапливают доказательств существования библейского Бога. Интересно, что те ученые, которые с наибольшим усердием боролись против Бога Творца космоса, зачастую представляли наиболее весомые доказательства в Его пользу... Хотя далеко не все, кто пишет об этих новых измерениях, принимают Иисуса Христа как Господа и Спасителя, но все они обычно утверждают, что единственное объяснение наблюдаемой нами Вселенной — это акт, совершенный сущностью, находящейся за пределами пространственно-временных измерений Вселенной, и эта сущность в состоянии планировать и претворять в жизнь этот план. Все эти ученые обычно не принимают теологическое толкование вещей, либо у них не хватает смелости признать, что в своих исследованиях они свидетельствуют не о ком ином, как о библейском Боге», — пишет Хью Росс [54].

### Глава 3 ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

#### **Понятия пространства и времени**

Понятия пространства и времени сформировались для количественного описания движения материи. В физике движение в самом общем виде рассматривается как изменение состояния системы. Для описания состояния вводится набор измеряемых параметров, к которым со времен Декарта относятся пространственно-временные координаты.

**Время** выражает порядок смены физических состояний и является объективной характеристикой любого физического процесса или явления, оно универсально [44].

Ньютон различал абсолютное и относительное время. В «Математических началах натуральной философии» он писал:

*«Абсолютное* или истинно математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью.

*Относительное*, кажущееся или обыденное время есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера

продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как-то: час, день, месяц, год...

Течение абсолютного времени изменяться не может. Длительность или продолжительность существования вещей одна и та же, быстры ли движения (по которым измеряется время), медленны ли, или их совсем нет... Время и пространство составляют как бы вместилища самих себя и всего существующего».

Абсолютное время не имеет физического смысла, оно лишь идеальное математическое представление, ибо в природе нет реального физического процесса, пригодного для измерения абсолютного времени. *Во-первых*, в связи с тем, что течение времени зависит от скорости движения системы отсчета. При достаточно большой скорости, близкой к скорости света, время замедляется, т. е. возникает релятивистское замедление времени. *Во-вторых*, поле тяготения приводит к гравитационному замедлению времени и можно говорить только о локальном времени в некоторой системе отсчета. В этой связи время не есть сущность, не зависящая от материи, и оно течет с различной скоростью в различных физических условиях, т. е. *время всегда относительно*.

Существенная особенность времени выражена в постулате времени.

Одинаковые во всех отношениях явления происходят за одинаковое время. Иначе можно сказать, что длительности повторяющихся периодов хороших часов при неизменных условиях совершенно одинаковы. Однако этот постулат справедлив лишь в пределах определенной точности. Его нельзя проверить на опыте даже с помощью совершенных, но реальных часов, так как:

- 1) любые часы не идеальны и характеризуются своей мерой точности;
- 2) нет абсолютной уверенности в возможности создания совершенно одинаковых условий в природе в разное время.

**Пространство** выражает порядок сосуществования физических тел. Подобное определение вытекает из теории пространства, создателем которой явился Эвклид 2000 лет назад. Геометрия Эвклида оперирует идеальными математическими объектами, которые существуют как бы вне времени, и в этом смысле пространство в этой геометрии — идеальное математическое пространство. Вплоть до середины XIX в., когда были созданы неэвклидовы геометрии, никто из естествоиспытателей не сомневался в тождественности реального физического и Эвклидова пространств.

По аналогии с абсолютным временем Ньютон ввел понятие *абсолютного пространства*, которое может быть совершенно пустым и существует независимо от наличия в нем физических тел, являясь как бы мировой сферой, где разыгрываются физические процессы. Свойства такого пространства определяются Эвклидовой геометрией.

*Специальная теория относительности* объединила пространство и время в единый континуум пространство-время. Основанием для такого объединения послужил постулат о предельной скорости передачи взаимодействий материальных тел — скорости света, равной в вакууме примерно 300000 км/сек, и принцип относительности. В целом теория относительности основывалась на том, что — в отличие от механики И. Ньютона — пространство и время не абсолютны. Они органически связаны с материей и между собой. Из данной теории следует относительность одновременности двух событий, происшедших в различных точках пространства, а также относительность измерений длин и интервалов времени, произведенных в разных системах отсчета, движущихся относительно друг друга. Все это означает, что для реального мира пространство и время имеют не абсолютный, а относительный характер.

Общая теория относительности показала, что Эвклидова геометрия не является абсолютной и единственно пригодной для описания явлений природы. В соответствии с данной теорией материя формирует свойства пространства и времени. Любая масса искривляет пространство и время.

Количественной мерой искривленности служит безразмерное отношение гравитационного потенциала к квадрату скорости света. Если такое отношение равно нулю (массы отсутствуют), то пространство-время становится псевдоэвклидовым, плоским, а истинное пространство (без времени) — Эвклидовым, которое представляет собой предельный случай — пустое пространство. В другом предельном случае, когда данное отношение стремится к единице (больше оно быть не может), пространство-время искривляется и замыкается само на себя, образуя локальную

пространственно-временную границу физического мира, который при этом разделяется на две несвязанные области. Предполагается, что такая возможность создается на горизонте событий черных дыр, реальное существование которых экспериментально не установлено.

Многомерное пространство представить сложно, поскольку мы живем и действуем в трехмерном пространстве. *Трехмерность* доступного нам пространства является выражением *антропного принципа*, о котором мы уже упоминали в первой части книги.

### **Современная физическая теория пространства и времени**

В основе специальной теории относительности, иначе называемой *релятивистской*, лежат принципы *относительности* и *инвариантности*, которые определяют современные представления о свойствах пространства и времени.

*Принцип относительности* состоит в том, что никакие опыты (механические, электрические, оптические), проведенные в данной инерциальной системе отсчета, не дают возможности обнаружить, покоится ли эта система или движется равномерно и прямолинейно; все законы природы инвариантны по отношению к переходу от одной инерциальной системы к другой.

Впервые принцип относительности сформулирован Галилеем для механического движения. Механическое движение относительно, и его характер зависит от системы отсчета. Та система, по отношению к которой выполняется первый закон Ньютона, называется *инерциальной* системой отсчета. Это такая система, которая либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно относительно какой-то другой инерциальной системы. Первый закон Ньютона утверждает существование инерциальных систем отсчета. Механический принцип относительности Галилея означает, что уравнения динамики при переходе от одной инерциальной системы к другой не изменяются, т. е. инвариантны по отношению к преобразованию координат. Никакими механическими опытами, проведенными в данной инерциальной системе отсчета, нельзя установить, покоится она или движется равномерно и прямолинейно. Например, сидя в каюте корабля, движущегося равномерно и прямолинейно, нельзя определить движется корабль или нет, пока вы не выглянули в окно. Пуанкаре распространил этот принцип на все электромагнитные процессы, а Эйнштейн использовал его для специальной теории относительности. Следует подчеркнуть, что понятие инерциальности справедливо только для идеальных систем, которых в природе не существует, поскольку взаимодействие тел и гравитацию нельзя исключить из рассмотрения. Это было бы равносильно удалению из нашего мира всех тел, тогда не было бы нашего мира. Идеальной инерциальной системой можно считать систему, свободно падающую в однородном поле тяготения. Однако такую систему трудно реализовать, так как гравитационные поля в природе всегда неоднородны.

Наряду с принципом относительности в физике утвердился принцип инвариантности.

*Принцип инвариантности* заключается в том, что скорость света в вакууме не зависит от скорости движения источника света или наблюдателя и одинакова во всех инерциальных системах отсчета.

Инвариантность означает неизменность физических величин или свойств природных объектов при переходе от одной системы отсчета к другой. В соответствии со специальной теорией относительности инвариантами для инерциальных систем служат скорость света, масса, электрический заряд, релятивистский заряд и др. Эти величины остаются неизменными относительно преобразований Лоренца, по отношению к которым уравнения Максвелла инвариантны. Постоянство скорости света в вакууме, согласно принципу инвариантности, является фундаментальным свойством природы. Преобразования предложены Лоренцом в 1904 г., т. е. до появления теории относительности.

Фактор расширения теории относительности довольно точно показывает, что два наблюдателя, движущиеся по отношению друг к другу, получают разные показатели длины, скорости, массы, времени. Применяя этот фактор расширения к классическим выражениям момента инерции движущегося тела и закону силы Ньютона, можно легко вывести известную формулу, описывающую превращение материи в энергию:  $E = mc^2$  [56].

В связи с релятивистским замедлением времени, вытекающим из преобразований Лоренца, в свое время возникла проблема «парадокса часов» (иногда рассматриваемая как «парадокс близнецов»). Если представить, что осуществляется фантастический полет к звезде, находящейся

на расстоянии 500 световых лет, то по земным часам полет до звезды и обратно продлится 1000 лет, в то время как для системы корабля и космонавта полет займет 1 год. Космонавт вернется на землю не застав в живых своего брата близнеца. В действительности, здесь нет парадокса, так как принцип относительности утверждает равноправность не всяких систем отсчета, а только инерциальных. Неправильность рассуждения в примере с космическим полетом состоит в том, что системы отсчета не эквивалентны: земная система инерциальна, а корабельная неинерциальна, поэтому принцип относительности не может быть использован для их сопоставления.

«Релятивистский эффект замедления времени экспериментально подтвержден при исследовании нестабильных, самопроизвольно распадающихся элементарных частиц в опытах с  $\pi$ -мезонами» [44].

Специальная теория относительности потребовала отказа от привычных классических представлений о пространстве и времени, так как они не согласуются с принципом постоянства скорости света. Из этой теории вытекают также новые пространственно-временные представления, такие, например, как относительность длин и промежутков времени, относительность одновременности событий.

Общая теория относительности, появившаяся в результате развития специальной теории относительности, показала, что свойства пространства-времени в данной области определяются действующими в ней полями тяготения. Общую теорию относительности иногда называют теорией тяготения. При переходе к космическим масштабам геометрия пространства-времени может изменяться от одной области к другой в зависимости от концентрации масс в этих областях их движения.

### **Свойства пространства и времени**

О свойствах пространства и времени мы можем судить по характеру протекания в них физических процессов. Принцип инвариантности говорит о том, что смещение во времени и пространстве не влияет на протекание физических процессов. И поскольку пространственно-временные параметры являются характеристикой индивидуальности системы, то в терминах системного анализа инвариантность означает неизменность свойств системы при изменении ее параметров. Неизменность структуры материального объекта относительно его преобразований или изменения ряда физических условий иногда называют **симметрией**.

Наглядным примером пространственных симметрии физических систем является кристаллическая структура твердых тел. Симметрия кристаллов обусловлена симметрией их строения. Кристаллы можно перемещать в пространстве, совмещая их с самими собой путем поворотов, отражений, параллельных переносов и других преобразований симметрии, но при этом в соответствии со свойством симметрии его физические свойства, закономерности атомного строения и внешняя форма останутся неизменными.

Из принципа инвариантности относительно сдвигов в пространстве и во времени следует симметрия пространства и времени, которая выражается в свойствах *однородности пространства и времени*.

**Однородность пространства** заключается в том, что при параллельном переносе в пространстве замкнутой системы тел как целого ее физические свойства и законы движения не изменяются, иными словами не зависят от выбора положения начала координат инерциальной системы отсчета.

Еще одним свойством симметрии пространства является его изотропность. **Изотропность пространства** означает инвариантность физических законов относительно выбора направлений осей координат системы отсчета (относительно поворота замкнутой системы в пространстве на любой угол).

Однородность времени означает инвариантность физических законов относительно выбора начала отсчета времени. Например, при свободном падении тела в поле тяжести его скорость и пройденный путь зависят лишь от начальной скорости и продолжительности свободного падения тел и не зависят от того, когда тело начало падать.

Свойство однородности времени проявляется в действии закона сохранения механической энергии, который может быть сформулирован следующим образом. *В системе тел, между которыми действуют только консервативные силы, полная механическая энергия сохраняется,*

*т. е. не изменяется со временем.* Консервативные силы действуют только в потенциальных полях, характеризующихся тем, что работа, совершаемая действующими силами при перемещении тела из одного положения в другое, не зависит от того, по какой траектории это перемещение произошло, а зависит только от начального и конечного положений. Если же работа, совершаемая силой, зависит от траектории перемещения тела из одной точки в другую, то такая сила называется *диссипативной*, например, сила трения.

Механические системы, на тела которых действуют только консервативные силы (внутренние и внешние), называются *консервативными системами*. Закон сохранения механической энергии иначе может быть сформулирован так: *в консервативных системах полная механическая энергия сохраняется*. В диссипативных системах механическая энергия постепенно уменьшается из-за преобразования ее в другие (немеханические) формы энергии. Этот процесс называется *диссипацией* или *рассеянием энергии*. Строго говоря, все реальные системы в природе диссипативные.

В консервативных системах полная механическая энергия остается постоянной, могут происходить лишь превращения кинетической энергии в потенциальную и обратно в эквивалентных количествах.

В системах, в которых действуют консервативные и диссипативные силы, например, силы трения, полная механическая энергия системы не сохраняется. Однако при убывании механической энергии всегда возникает эквивалентное количество энергии другого вида. Специфическим проявлением всеобщего закона сохранения и превращения энергии во времени является закон сохранения импульса: *импульс замкнутой системы сохраняется, т. е. не изменяется с течением времени*. Закон сохранения импульса справедлив не только для классической физики, но и для замкнутых систем микрочастиц, подчиняющихся законам квантовой механики. Импульс сохраняется и для незамкнутой системы, если геометрическая сумма всех внешних сил равна нулю.

В пространстве действует *закон сохранения момента импульса*: момент импульса замкнутой системы сохраняется, т. е. не изменяется с течением времени. Действие этого закона в пространстве проявляется благодаря свойству изотропности пространства.

*Закон сохранения и превращения энергии* действует на всех уровнях организации материи и его физической сущностью является неуничтожимость материи и ее движения, поскольку энергия является *универсальной мерой различных форм движения и взаимодействия*. И в связи с тем, что теория относительности утвердила неразрывную связь материи с пространством и временем, мы можем говорить и о таком свойстве как **неуничтожимость** пространства и времени, т. е. нельзя исключать возможность различных, не известных нам форм проявления пространства и времени. Как христиане мы понимаем, что материальный мир в его настоящей форме прекратит свое существование. Однако, Творец владеет творением и конец материального мира в его настоящем виде может означать изменение Творцом формы существования материи, пространства, времени.

Рассмотрением свойств пространства и времени мы заканчиваем рассмотрение научных данных о мире, ограниченном для непосредственного наблюдения и исследования. Во многих вопросах, касающихся происхождения и свойств мегамира, пространства, времени и проч., научный метод оказывается практически неприменимым, поскольку возможность опытной проверки теоретических положений отсутствует. В этих случаях необходима особая осторожность при выборе той или иной точки зрения. Для того, чтобы избежать давления господствующего мировоззрения, необходимо тщательно изучить доводы за и против той или иной теории. Предпочтение следует отдать тем теориям, которые основаны на корректных предпосылках и могут быть подтверждены хотя бы косвенными экспериментальными данными. К числу вопросов, для которых невозможна экспериментальная проверка, относится предмет рассмотрения следующей части книги: происхождение человека и вселенной.

Вопросы и задания для самостоятельной работы:

1. Сущность основных фундаментальных открытий в области физики конца 19-начала 20 века, положивших основу представлениям о сложном строении атомов и атомных ядер.
2. Экспериментальные подтверждения корпускулярно-волнового дуализма в современной физике.
3. Понятие о квантах.

4. Явление фотоэффекта.
5. Интерференция и дифракция.
6. Теория атома Н. Бора.
7. Принцип неопределенности В. Гейзенберга.
8. Характеристики элементарных частиц.
9. Характеристика систем мегамира.
10. Теории происхождения солнечной системы и вселенной.
11. Теория Большого взрыва.
12. Понятия пространства и времени.
13. Специальная теория относительности.
14. Общая теория относительности.

## ЧАСТЬ VI ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ВСЕЛЕННОЙ

Информация, изложенная в предыдущих главах учебника, является базой для того, чтобы представить современную естественнонаучную картину мира. Возникает вопрос: «Зачем нам необходимо иметь личное мнение по вопросу о происхождении человека и вселенной?» Не все ли равно являются ли человек и природа результатом длительной эволюции или сотворены Богом? Ведь опытным путем мы не можем проверить ни то, ни другое. А может, есть какое-то промежуточное решение? Некоторые считают, что Бог создал все через эволюцию. Принятие этой модели означало бы признание того, что до появления человека на земле было много поколений и миллиардов смертей. Если грех Адама не был началом и причиной смерти, то в равной степени являлось бы истиной и то, что никто не обретает жизнь во Христе. В первом послании к коринфянам говорится, что одно зависит от другого: «Как в Адаме все умирают, так во Христе все оживут». Если жизнь и смерть существовали до Адама, то жертва Христа оказывается бесполезной. Как совместить концепцию, предусматривающую миллиарды лет случайных процессов, борьбы за выживание, естественного отбора, вымирания, болезней, беспорядка, распада и смертей с любовью Бога? Зачем Богу совершенной мудрости, порядка, силы, который может создать все совершенным и полным с самого начала, выбирать длительный и мучительный путь эволюции? Поэтому вопрос «сотворение — эволюция» является ключевым для каждого христианина.

### Глава 1 СРАВНЕНИЕ ТЕОРИЙ СОТВОРЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ

#### **Основные положения теории эволюции**

Основой теории эволюции является представление о том, что происхождение всех упорядоченных сложных систем, включая живые организмы и человека, можно объяснить действием законов природы без вмешательства Бога. Согласно теории эволюции, вселенная, Земля и жизнь возникли в примитивном виде из простейших неорганических элементов. Все живые существа, включая человека, являются результатом случайных изменений, которые происходили в течение миллиардов лет. С момента появления каждого вида происходили некоторые изменения в сторону его усложнения. Основные положения дарвиновской теории эволюции основаны на идее естественного отбора и могут быть сформулированы следующим образом:

1. Вариации приводят к тому, что некоторые потомки становятся совершеннее своих родителей;
2. Борьба за существование устраняет слабые, менее приспособленные виды;
3. Процесс естественного отбора действует все время, благодаря ему выживают только более пригодные;
4. Благодаря наследственности, новые и лучшие качества, появляющиеся при некотором изменении вида, передаются и постепенно удерживаются потомством;
5. Таким способом возникают новые виды по прошествии достаточного времени.

Эта теория была принята с изумительной быстротой и поспешно применялась ко всем наукам, от социологии до астрономии. Некоторые проповедники начали даже учить, что вера в Бога «эволюционировала» из древнего многобожия и достигла веры в единого любящего Бога христианства.

Тем не менее, ограниченность теории Дарвина видели многие даже эволюционистские ученые. Вот некоторые из их высказываний: «...А тем временем просвещенная публика продолжает верить,

что Дарвин дал ответы на все вопросы своей волшебной формулой: *случайные мутации плюс естественный отбор*. Они не знают, что случайные мутации совершенно неуместны в качестве аргумента, а естественный отбор — тавтология» [49]. «Нет сомнения, что естественный отбор — рабочая система. Это неоднократно подтверждено опытами. Нет сомнений - естественный отбор функционирует. Весь вопрос в том, происходит ли в результате него образование новых видов. Никто никогда не получал нового вида путем естественного отбора, никто даже близко к этому не подходил, и большинство последних споров в неodarвинизме — как раз об этом: как возникает новый вид. Здесь-то забывается естественный отбор, и вводятся те или иные случайные механизмы» [50].

Отрицая существование Творца, теория эволюции утверждает, что материя и энергия вечны, в противном случае в природе должен был бы существовать способ их возникновения из ничего. Она объясняет возникновение вселенной и жизни на земле Большим взрывом. Эволюционная теория представляет жизнь как продукт случайных процессов, происходивших в течение миллионов лет. Такие представления имеют исторические корни. Несколько сотен лет назад люди считали, что факт появления червей, мух, крыс в пищевых отходах, оставленных на воздухе, является свидетельством самопроизвольного зарождения жизни (рис.6). Однако, простой опыт ученого Франческо Рэди, прикрывшего пищевые отходы, находящиеся в стакане, марлей (что исключило попадание личинок мух), показал, что *живые существа не могут быть получены из неживого материала*. Об этом же говорят нам факты. В биологии это известно как закон биогенеза. Биологи описывают клетку как основную ячейку органического мира.

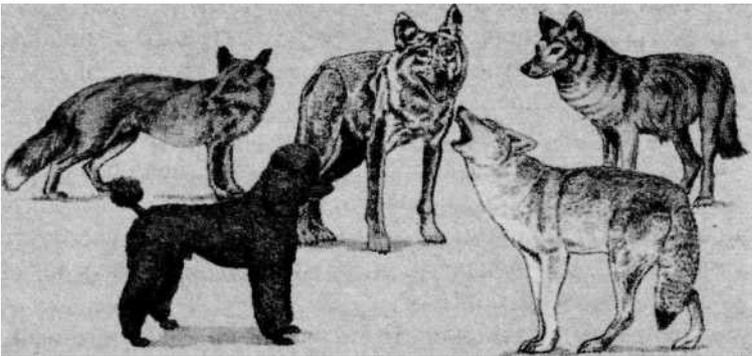


Рис. 6а. Внутривидовая эволюция.

Следует отличать постепенные изменения путем естественного отбора внутри имеющихся видов (микроэволюцию) — а) от представлений об эволюции последователей учения Дарвина — б).

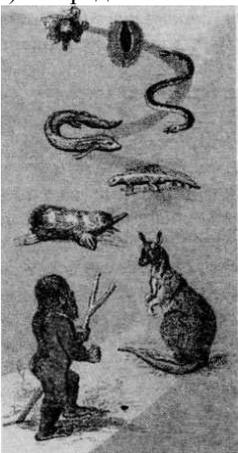


Рис. 6б. Межвидовая эволюция.

Ни один ученый не наблюдал появления клетки из неорганических материалов за счет случайных процессов. Преемственность жизни может иметь место только за счет порождения живыми существами нового поколения живых существ. Не будучи креационистом Керкат (1960), написал знаменательную книгу, обличающую слабости и заблуждения традиционного набора доказательств в пользу эволюции. В заключении к книге он говорит: «Существует теория о том, что все формы жизни на земле произошли от единого источника, который в свое время произошел из неживой материи. Эту теорию можно назвать «Общей теорией эволюции». Данные, приводимые

в ее доказательство, недостаточны для того, чтобы считать ее чем-то более серьезным, чем рабочая гипотеза. Между рабочей гипотезой и доказанным научным фактом, безусловно, существует огромная разница. Если философские воззрения человека позволяют ему принять эволюцию в качестве рабочей гипотезы, то ему необходимо воспринимать эту теорию только на уровне гипотезы, и не принуждать всех остальных принимать ее, как установленный факт» [64].

Признание возможности происхождения живого из неживого является одной из основных предпосылок теории эволюции. Теория химической эволюции является попыткой обоснования такой возможности.

Современное двуединое понятие первобытного бульона и самозарождения жизни исходит из теории Опарина — Хэлдейна о происхождении жизни. Теория эта общепризнанна, преподается в школах и вузах.

Первобытная Земля имела разреженную (то есть лишенную кислорода) атмосферу.

Когда на эту атмосферу стали воздействовать различные естественные источники энергии — например, грозы и извержения вулканов, то при этом начали самопроизвольно формироваться основные химические соединения, необходимые для органической жизни.

С течением времени молекулы органических веществ накапливались в океанах, пока не достигли *консистенции горячего разбавленного бульона*. Однако в некоторых районах концентрация молекул, необходимых для зарождения жизни, была особо высокой, и там образовались нуклеиновые кислоты и протеины.

Некоторые из этих молекул оказались способны к самовоспроизводству.

Взаимодействие между возникшими нуклеиновыми кислотами и протеинами в конце концов привело к возникновению генетического кода.

В дальнейшем эти молекулы объединились, и появилась первая живая клетка.

Первые клетки были гетеротрофами, они не могли воспроизводить свои компоненты самостоятельно и получали их из бульона. Но со временем многие соединения стали исчезать из бульона, и клетки были вынуждены воспроизводить их самостоятельно. Так клетки развивали собственный обмен веществ для самостоятельного воспроизводства.

Благодаря процессу естественного отбора из этих первых клеток появились все живые организмы, существующие на Земле.

Наибольшим успехом теории Опарина — Хэлдейна стал широко разрекламированный эксперимент, проведенный в 1953 году американским аспирантом Стэнли Миллером.

**Эксперимент Миллера** был предельно прост. Аппарат состоял из двух стеклянных колб, соединенных в замкнутую цепь. В одну из колб помещено устройство, имитирующее грозовые эффекты — два электрода, между которыми происходит разряд при напряжении около 60 тысяч вольт; в другой колбе постоянно кипит вода. Затем аппарат заполняется атмосферой, предположительно существовавшей на древней Земле: метаном, водородом и аммиаком. Аппарат проработал неделю, после чего были исследованы продукты реакции. В основном получилось вязкое месиво случайных соединений; в растворе также было обнаружено некоторое количество органических веществ, в том числе и простейшие аминокислоты — глицин ( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ) и аланин ( $\text{NH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ ).

Публикация данных эксперимента Миллера вызвала беспрецедентный интерес, и вскоре многие другие ученые стали повторять этот эксперимент. При этом обнаружилось, что видоизменение условий эксперимента дает возможность получать небольшое количество других аминокислот. Однако повторить эксперимент было сложно, и многие результаты были получены только после множества безрезультатных попыток.

Сообщалось о том, что в процессе экспериментов возникли основные компоненты, необходимые для жизни. Так, в широко распространенном учебнике биохимии Ленинджера (Lehninger, 1970) говорится, что в ходе экспериментов были получены *представители всех важнейших типов молекул, имеющих в клетках*. Это утверждение абсолютно неверно, так как из многих биохимических веществ, имеющих в клетках, только два подобны тем, что получены в экспериментах типа миллеровских — это глицин и аланин. Но и они были представлены в очень малых концентрациях. К тому же в ходе экспериментов ни разу не были получены нуклеиновые кислоты, протеины, липиды и полисахариды — более 90% веществ, составляющих живую клетку.

Давайте рассмотрим претензии, предъявляемые к экспериментам, подобным миллеровскому.

I) В этих экспериментах производится очень малое количество биохимических веществ, и то при условии применения разреженной атмосферы. Такой атмосферы, как считает современная геология, на древней Земле не существовало. Геологи теперь склоняются к мнению, что атмосфера состояла из углекислого газа, водяного пара, азота и малого количества водорода. Если такая смесь помещалась в аппарат Миллера, никакие аминокислоты, кроме глицина, там не образовывались. Сложные аминокислоты образуются в аппарате только в присутствии метана. Но считается, что этот газ не присутствовал в атмосфере древней Земли в существенных количествах.

II) Даже если допустить, что атмосфера была богата метаном, то все же кажется маловероятным, что первобытный бульон образовался в океанах. Этот вывод следует из вычисления количества энергии, необходимого, чтобы вывести беспорядочные химические процессы из равновесного состояния, при котором концентрация органических веществ в громадных океанических массах была ничтожно мала.

III) Даже если в первобытной атмосфере и образовывались органические вещества, то они наверняка быстро разрушались под воздействием интенсивного ультрафиолетового излучения Солнца, причем задолго до того, как смогли бы соединиться в более сложные молекулы, и уж тем более до того, как смогли бы попасть в океаны.

IV) Предполагается, что в первобытной атмосфере должны были образоваться цианистый водород (HCN) и формальдегид (HCHO). Но в таком случае они должны были быстро вступить в реакцию с некоторыми другими органическими соединениями, превращая их в смолы. Далее предполагается, что формальдегид мог полимеризоваться, при этом образовывались сахара, возможно, рибоза — углеводная составляющая рибонуклеиновой кислоты. Хотя это и не исключено, но непритязательность и простоту этой идеи омрачают несколько проблем: (1) если бы образовывалась рибоза, то она находилась бы в смеси с огромным количеством других Сахаров, и тогда ее было бы невозможно выделить; (2) даже если бы она и образовалась, то представляла бы собой равномерную смесь правосторонних (D-) и левосторонних (L-) форм. Поскольку нуклеиновые кислоты содержат только D-форму, как она могла выделиться из смеси? (3) формальдегид действительно может образовать сахароподобные молекулы, но эти сахара быстро реагируют с избытком формальдегида, образуя карамель и вновь превращаясь в липкое месиво.

V) Даже если на первобытной Земле образовывались молекулы органических веществ, как они могли выделиться, очиститься от примесей настолько, чтобы участвовать в дальнейшем синтезе? Современных студентов-химиков учат, что даже если исходные материалы чисты, то тем не менее синтезировать более сложные вещества чрезвычайно тяжело.

VI) В огромном количестве экспериментов, подобных миллеровскому, не образовывалось сколь-либо существенных количеств аминокислот. Кроме того, некоторые аминокислоты, например, диаминопропионовая кислота — вовсе не обнаружены среди протеинов. Есть и другие не менее существенные соображения, которые также в большинстве случаев игнорируются сторонниками концепции химической эволюции.

VII) Кроме того, все аминокислоты, образующиеся в экспериментальном бульоне, представляют собой равномерные смеси правосторонней (D-) и левосторонней (L-) форм. Жизнь попросту не может развиваться из подобных смесей. Энзимы, например, активны только потому, что состоят из цепочек исключительно L-типов, — а без энзимов невозможна никакая жизнь. До сих пор сторонники эволюции не могут предложить какой-либо приемлемый механизм выделения из смеси только одного типа энзимов.

VIII) Среда, предположительно существующая в первобытном бульоне, попросту несовместима с развитием жизни — это по определению должен быть винегрет из всевозможных химических веществ, какие только можно вообразить. В такой смеси должно присутствовать бесчисленное количество ингибиторов, т. е. веществ, тормозящих действие энзимов. Они бы дезактивировали энзимы сразу же после их появления. То же относится и к нуклеиновым кислотам; их воспроизводство невозможно в бульоне, содержащем бесчисленное количество простых соединений. Таким образом, примитивный метаболизм тормозит развитие жизни еще до того, как оно успело начаться.

Теперь давайте рассмотрим некоторые другие проблемы, относящиеся к любому другому

варианту теории химической эволюции.

Основной характеристикой любой живой клетки является наличие в ней химической основы для хранения генетической информации. Все необходимые для этого качества имеют нуклеиновые кислоты ДНК и РНК, и нам до сих пор неизвестны никакие другие молекулы, способные хранить **генетическую информацию**. Маловероятно, что для этого пригодны протеины. Это приводит к выводу, что зарождающаяся жизнь должна была основываться на нуклеиновых кислотах. Но возможно ли это? В клетках современных организмов для создания нуклеиновой кислоты нужны протеины (энзимы), но как могут нуклеиновые кислоты возникнуть без протеинов? Недавно было обнаружено, что некоторые молекулы РНК имеют ограниченную активность энзимов. Исходя из этого, было сделано предположение, что первые жизненные формы базировались на РНК-молекулах. В поддержку этого вывода отмечалось, что современным клеткам РНК требуются раньше, чем формируется ДНК. При биосинтезе нуклеотидов (цепочек нуклеиновых кислот) те из них, что используются для создания РНК, образуются раньше тех, что идут для создания ДНК.

И все же не стоит с уверенностью утверждать, что первая клетка была основана на РНК-молекулах. Во-первых, РНК относительно неустойчива по сравнению с ДНК; во-вторых, РНК недостаточно подвижна для того, чтобы создать «энзимные» молекулы; и, в-третьих, в рамках теории химической эволюции не найден теоретически возможный путь к возникновению РНК.

**Первые клетки.** В структуру живой заложен чудесный механизм — механизм точного регулирования. Во времена Дарвина клетка рассматривалась как простой студенистый комочек. Знания о внутриклеточном строении, о структуре клетки появились только в последние десятилетия. Даже в 30-е годы XX столетия, когда Опарин и Хэлдейн предложили свою теорию первобытного бульона, они еще не знали об изумительном порядке внутри клетки, о ее поразительной конструкции. Некоторые работы Опарина о так называемых *протоклетках* в наши дни уже выглядят слишком примитивными — тем не менее, понятие *протоклетка* до сих пор включено в учебники.

В одном из экспериментов Опарин получил капельки гуммиарабика и протеина, которые он назвал *коацерватами*. Когда был введен энзим и его субстрат растворился в окружающем растворе, капелька стала увеличиваться и в конце концов разделилась пополам. Опарин заявил, что это аналогично процессу деления клетки. Ошибка заключалась в том, что вещества, из которых возник коацерват, были извлечены из живой клетки. Кроме того, раствор состоял только из молекул субстрата и имел очень мало общего с разнородной смесью *первобытного бульона*. Опаринские коацерваты не имели отношения к происхождению первой клетки.

Итак, в фундаментальных положениях химической эволюции найдены ошибки. Теория не объясняет ни происхождения подавляющего большинства аминокислот, ни происхождения нуклеиновых кислот, их саморепликации и способности собирать протеины из аминокислот с помощью генетического кода. Не более удачно и объяснение того, как из всех этих компонентов образовалась клетка, как в ней возникли метаболические процессы. Концепция первобытного бульона больше не считается научной, а относится, скорее, к мифологии. У нее нет ни серьезной теоретической основы, ни достаточного экспериментального подтверждения. Но почему же эта теория до сих пор печатается в учебниках и широко изучается?

Одно из основных положений теории эволюции — изменчивость видов — также не подтверждается историческими, геологическими и географическими свидетельствами.

### **Недостающие звенья теории эволюции [60]**

Все то, что сохранилось в течение истории существования жизни, являет нам знаменательное отсутствие переходных форм, наличие которых требует теория эволюции. Но именно это систематическое отсутствие переходных форм между высшими категориями и было предсказано креационной теорией.

Мысль о том, что позвоночные произошли от беспозвоночных — всего лишь предположение, которое невозможно подтвердить с помощью хроник окаменелостей.

Если вы прочтете «Палеонтологию позвоночных» Ромера (1966), то сможете сделать единственный вывод: основные классы рыб стоят абсолютно независимо друг от друга и никаких переходных форм между ними не существует. В хронике окаменелостей нет предшествующих или переходных форм ни для одного из этих классов. Гипотетические предки и необходимые

переходные формы, если опираться на имеющиеся данные, — всего лишь плод измышлений.

Формы, переходные от рыб к амфибиям, которые так добросовестно искали среди окаменелостей, также не найдены. Самая близкая связь, которая была обнаружена — та, которая предположительно существовала между кистеперой рыбой Рипидистия и амфибиями вида Ихтиостега, семейства лабиринтодонта Ichthyostegidae. Между ними существует значительный временный разрыв, покрывающий много миллионов лет, в течение которых должны были демонстрировать медленные, постепенные превращения грудного и брюшного плавников в конечности амфибии, и одновременно с этим исчезновение остальных плавников и другие изменения, необходимые для адаптации животного на суше.

Каковы же факты? Не было найдено ни единой переходной формы, которая продемонстрировала бы нам стадию, промежуточную между плавником кистеперой рыбы и лапой ихтиостеги. Части тела ихтиостеги вполне типичны для амфибий, и нет признака, что они произошли от плавника.

Именно на границах между амфибиями-рептилиями и рептилиями-млекопитающими предполагалось найти большое количество переходных форм как между наиболее связанными классами, поскольку именно эти классы более всего похожи по типу скелета, то есть части, сохраняющейся в виде окаменелости.

Превращение беспозвоночных в позвоночных, рыбы в тетрапода (животное, опирающееся при передвижении на четыре конечности) и нелетающего животного в летающее — вот несколько примеров изменений, которые потребовали бы революции в строении. Такие превращения должны были оставить целые ряды четко определяемых переходных форм в хронике окаменелостей, если, конечно, изменения эти происходили эволюционным путем. С другой стороны, если верна креационная модель, то абсолютно очевидно отсутствие каких бы то ни было переходных форм.

В отношении амфибий-рептилий и рептилий-млекопитающих, особенно вымерших, верно противоположное. Различить ныне живущих амфибий и рептилий можно и по скелету, хотя гораздо проще это сделать по мягким тканям животного. Собственно говоря, главная черта, которая отличает рептилию от амфибии, — это наличие у рептилий, в отличие от амфибий, яйца с плотной оболочкой.

Множество признаков, характерных для млекопитающих, заключается в особенности анатомии мягких тканей или в физиологии. Эти признаки включают способ размножения, теплокровие, способ дыхания в связи с наличием диафрагмы, вскармливание детенышей молоком, наличие волосяного покрова.

Два самых основных остеологических различия между рептилиями и млекопитающими никогда не были представлены переходными формами. У всех млекопитающих, уже вымерших и живущих в наше время, по обе стороны нижней челюсти — только одна зубная кость. Кроме того, у всех млекопитающих, вымерших или живущих сейчас, по три слуховых или ушных кости: молоточек, наковальня и стремя. Некоторые окаменевшие рептилии отличаются от нынешних количеством и величиной костей нижней челюсти. Но у каждой рептилии, вымерла она или живет сейчас — в нижней челюсти по крайней мере четыре кости и только одна ушная — стремя. И не существует никаких переходных форм, у которых бы были две или три челюстных кости, или две ушных. И никому не удалось объяснить, как несчастной переходной форме удавалось жевать и слышать, пока она перетаскивала две кости из своей челюсти наверх, в ухо.

**Особенности летающих животных.** Происхождение летающих животных может служить отличным примером для проверки теорий эволюции и сотворения. Почти каждый орган нелетающего животного должен был измениться для того, чтобы животное смогло летать, поэтому в хронике окаменелостей должны образоваться целые ряды переходных форм. Для того чтобы взлететь, животные должны были эволюционировать четырежды, независимо друг от друга: должны были эволюционировать насекомые, птицы, млекопитающие и рептилии (птерозавры, ныне вымершие). В каждом случае появление летающих животных предполагало миллионы лет и просто бесконечное количество переходных форм. Но на самом деле ни в одном случае не появлялось ничего хоть отдаленно похожего на переходную форму.

Э. К. Олсон, эволюционист и геолог, в своей книге «Эволюция жизни» (1965), говорит: «Если рассматривать летание, то в хронике существуют несколько пробелов». О насекомых: «Не

существует никакой информации об истории происхождения летающих насекомых». О летающих рептилиях: «Первой по-настоящему летающей рептилией был птерозавр юрского периода. И хотя первые летающие существа были менее приспособлены к полетам, чем более поздние, между ними нет ни следа переходных форм». В случае птиц Олсон упоминает об археоптериксе как о «рептилиеобразном», но наличие у него перьев «говорит за то, что он является птицей». И наконец, относительно млекопитающих были *полностью развитые* летучие мыши Эоцена».

Итак, ни при одном исследовании летающих животных не было обнаружено ни одной переходной формы. Если же говорить об археоптериксе — так называемой промежуточной форме, — то палеонтологи признают сейчас, что это была настоящая птица. У нее были крылья, она была полностью оперена, она летала. Это была не полуптица, это была настоящая птица. А переходные формы с недокрыльями и полуперьями так и не были найдены.

Признаки рептилии, которые находят у археоптерикса — это когтеподобные окончания крыльев, наличие зубов и позвонки, которые выдаются из хвоста. Считается, что он был посредственным летуном, так как у него был маленький киль на груди. И хотя такие признаки могли бы охарактеризовать птиц, если бы они произошли от рептилий, они ни в коей мере не доказывают, что археоптерикс является переходной формой между рептилией и птицей. Например, в Южной Америке и сейчас живет птица гоацин (*Opisthocomus hoazin*), птенцы которой имеют когти на крыльях. Более того, он плохо летает, потому что у него очень маленький киль (Триммер, 1962). И это — птица, стопроцентная птица, хотя и обладает двумя признаками, на основании которых археоптерикс обвиняется в родстве с рептилиями.

Современные птицы не имеют зубов, но у некоторых древних птиц, несомненных птиц, зубы были. Доказывает ли это родство птиц с рептилиями, или это просто говорит о том, что у некоторых древних птиц были зубы, а у некоторых — нет? У некоторых рептилий есть зубы, у некоторых зубов нет; у некоторых амфибий есть зубы, у некоторых — нет. Собственно говоря, это относится ко всем подтипам позвоночных. Если считать принципом, что птицы, у которых есть зубы, более примитивны, а беззубые более развиты, то однопроходные (утконос и ехидна) млекопитающие, у которых зубов нет, должны рассматриваться как более развитые, чем люди. Но по всем остальным признакам эти яйцекладущие млекопитающие являются самыми примитивными (хотя в хронике окаменелостей они появились одними из последних). И какой филогенетической ценностью могут обладать отсутствие или наличие зубов?

Леком дю Нуи (1947) говорил об археоптериксе так: «К сожалению, большая часть основных типов животного мира не рассматривается с палеонтологической точки зрения. Несмотря на то, что он (археоптерикс) несомненно относится и к одному, и к другому классу (видно сходство с анатомией и физиологией существующих в наше время видов), мы не имеем права считать археоптерикса связующим звеном. Под связующим звеном мы подразумеваем необходимую стадию перехода между классами рептилий и птиц, либо между другими, меньшими группами. Животное, обладающее признаками разных групп одновременно, нельзя рассматривать как связующее звено, пока не будут найдены переходные формы и не будет выяснен механизм трансформации».

Считается, что летучие мыши произошли от нелетающих насекомых — хотя, как было сказано ранее, самые старые останки летучей мыши были уже стопроцентной мышью, и не было никаких следов переходных форм. У летучей мыши четыре из пяти пальцев поддерживают мембрану крыла. По сравнению с нормальной кистью они необычно длинные. И это уже не хрупкие структуры, это все — кости. Таким образом, если переходные формы когда-либо существовали, они обязательно должны были остаться в окаменлостях. Отсутствие этих форм говорит о том, что с точки зрения эволюции мы не можем ответить на вопросы где, от чего, когда и как возникли летучие мыши.

**Системная прерывистость постоянна.** Примеры, приведенные в этой статье, вовсе не являются исключением, напротив, они скорее типичны для хроники окаменелостей. Хотя переходные формы на подвидовом уровне существуют, и иногда проявляются и на видовом уровне, переходы между высшими категориями (по креационной модели — сотворенными родами) отсутствуют постоянно и систематически.

Сторонник теории эволюции Симпсон в своей книге «Времена и нравы в эволюции» (*Tempo and*

Mode in Evolution) (1944) в разделе «Основные системные разрывы в хронике окаменелостей» констатирует, что нигде в мире не было найдено ни следа окаменелостей, которые смогли бы послужить связующим звеном между гиракотерием (*Hyracotherium*) и его предполагаемым предком кондилартрой (*Condylartra*). Он продолжает (с. 106): «Это справедливо для всех двадцати двух отрядов млекопитающих... Самые ранние и примитивные представители любого отряда уже имеют основные характерные признаки отряда, и ни в одном случае мы не имеем постепенного перехода от одного отряда к другому. В большинстве случаев разница между отрядами так очевидна и пропасть между ними так велика, что происхождение отрядов неочевидно и очень «спорно». Далее, на странице 107 Симпсон сказал так: «Постоянное отсутствие переходных форм характерно не только для млекопитающих. Это почти универсальное явление, как отмечают палеонтологи. Оно присуще почти всем отрядам всех классов животных, как позвоночных так и беспозвоночных. В равной степени это верно и для самих классов, и для типов, и абсолютно верно для аналогичных категорий растений».

Говоря о растительном царстве, Э. Дж. Г. Корне (ботанический отдел Кембриджского университета) был исключительно откровенен: «Много свидетельств можно привести в пользу теории эволюции — и из биологии, и из биогеографии и палеонтологии — но я все-таки думаю, что для человека непредвзятого хроника окаменелостей растений говорит о целенаправленном сотворении».

Даже в знаменитой «лошадиной серии», о которой столь упорно твердили как о доказательстве эволюции в пределах отряда, основные переходные между типами формы все-таки утеряны. Леком дю Нуи (1947) говорил по поводу лошадей: «Но все равно каждая из этих промежуточных форм возникла, казалось бы, внезапно, и до сих пор невозможно из-за недостатка костей реконструировать переходы между этими формами. Хотя они должны были существовать. Известные нам формы остались разделенными, как опоры подпорок. Цельная структура, которую мы ищем, может никогда и не быть восстановлена по фактам». Голдшмидт (1952) сказал: «Более того, внутри медленно эволюционирующих серий, как в известной лошадиной серии, решающие изменения происходят внезапно».

**Альтернатива «обнадеживающего уroda».** Голдшмидт (1940), в отличие от Симпсона и большинства других эволюционистов, воспринимает прерывность хроники окаменелостей как реальный факт. Он не согласен с неodarвинистской интерпретацией эволюции (современный синтез), которая принята сейчас почти всеми эволюционистами, по крайней мере теми, кто вообще принимает в расчет теории относительно механизмов изменений. Голдшмидт взамен предложил свою теорию, что основные категории (типы, классы, отряды, семейства) возникли внезапно вследствие скачков или системных мутаций. Голдшмидт назвал это механизмом «обнадеживающего уroda» (*hopeful monster*). Он предложил, например, такой вариант: однажды рептилия отложила яйцо, а вылупилась из него птица. Все основные разрывы в хронике окаменелостей можно объяснить, по Голдшмидту очень просто: кто-то отложил яйцо, а родился кто-то совсем другой. Неodarвинисты любят говорить, что это сам Голдшмидт снес яйцо. Они утверждают, что нет никаких свидетельств в пользу его теории «обнадеживающего уroda». Голдшмидт столь же упорно доказывает, что и у неodarвинистской теории (основные изменения в результате накопления микромутаций) тоже нет доказательств. Креационисты согласны и с неodarвинистами и с Голдшмидтом в одном: в том, что и те, и другие неправы. Однако работы Голдшмидта иногда дают нам неоспоримые факты против неodarвинистской теории эволюции — как с генетической, так и с палеонтологической точки зрения.

Никто не был так предан эволюционной философии как Голдшмидт. Если кому-то нужно было найти переходные формы, то он находил их. Если кому-то нужно было подтвердить, что переходная форма является переходной формой, он всегда подтверждал это. Но вот что говорит Голдшмидт о хронике окаменелостей (1952, с. 97): «Факты великой важности говорят о следующем: когда появляется новый тип, класс, отряд, за ним следует внезапный, быстрый (в геологическом понимании) взрыв разнообразных форм, так что практически все известные ныне отряды или семейства возникли внезапно и без каких бы то ни было переходных форм».

И вот креационисты спрашивают: какое объяснение хроники окаменелостей лучше, чем креационная модель, можно еще ожидать? А если говорить о механизме «обнадеживающего

урода», то в самой этой теории заключено противоречие с теорией эволюции, ведь по теории эволюции должны были остаться данные о промежуточных формах.

Многие годы исканий по всему миру не дали даже следа для так называемых «недостающих звеньев» между разными видами, а особенно между человеком и обезьяной.

Вот что писал по этому поводу сам Дарвин: «...Промежуточные звенья? Геология не может представить образцов подобных органических изменений, что, возможно, является наиболее очевидным и серьезным возражением против теории (эволюции)». (Чарльз Дарвин, «О происхождении видов», 1859, глава 11, «О несовершенстве геологических данных»).

### **Свидетельства молодого возраста земли**

Одной из важнейших предпосылок эволюционной теории является концепция продолжительных периодов времени. Поэтому решение вопроса о возрасте земли является ключевым в решении вопроса о том какой теории следует отдать предпочтение. Следует отметить, что определения возраста вселенной базируются на теории Большого взрыва. Однако вопрос о возрасте и размерах вселенной остается открытым, если эту теорию поставить под сомнение.

Определение возраста Земли по возрасту скальных пород около 200 лет назад провозглашено геологами Хаттоном (Hutton) и Лайелем (Lyell). Оно базируется на предположении, что осадочные слои формировались медленно, в течение миллионов лет. Такие события, как извержение вулкана Сант-Ге-ленс в штате Вашингтон, США, в 1980 году, показали, что гораздо более вероятный механизм образования осадочных пород — катастрофы. Большая часть геологической колонны возникла из-за Всемирного потопа.

«Радиометрическая техника также не может являться абсолютным способом датирования, как это было провозглашено. Возраст одного и того же геологического слоя, измеренный разными радиометрическими способами, часто колеблется в пределах сотен миллионов лет. Не существует абсолютно точных долговременных радиологических «часов». Присущая радиометрическим способам датирования неточность беспокоит геологов и эволюционистов», — пишет доктор философии, преподаватель биологии Калифорнийского политехнического государственного университета [66].

Даты, приведенные Хаттоном в качестве возрастов пород, в XX веке, как казалось, были подтверждены данными радиометрического датирования. Однако люди далекие от этой сферы даже не представляют, насколько противоречивы и несогласованны эти данные. Публикуются лишь те даты, которые соответствуют предположениям геологов, остальные же попросту замалчиваются или отменяются. «Человек-1470» Ричард Лики при использовании одних и тех же образцов, одного и того же оборудования, при участии одних и тех же лаборантов «получил» возраст в пределах от 220 млн. лет до 2,6 млрд. лет. Подобным же образом окаменелости, связанные с «Человеком-щелкунчиком» Луиса Лики, были датированы в 1,75 миллиона лет, а исследование материалов того же пласта методом «углерода-14» дало возраст 10 000 лет. Один и тот же образец породы, один из многих, привезенных с Луны, при датировании методом «уран-торий-свинец» показал результаты от 5,4 миллиарда лет (чуть больше общепринятого значения возраста Луны) до 28,1 миллиарда лет (половина самого высокого из предполагаемых значений возраста вселенной!). Опубликованные результаты показали, что по методу «калий-аргон» породы, образовавшиеся вследствие недавних извержений, были датированы 22 миллионами лет, а по методу «углерод-14» живым улиткам оказалось... 27000 лет! Тем же самым методом «углерод-14» возраст шерстинки мамонта определили как 26000 лет, а возраст торфа, в котором был найден мамонт, — как 5600 лет. Радиометрическое датирование основано на некоторых допущениях. Лаборатории радиометрического датирования определяют возраст образцов косвенным путем — они измеряют относительные количества двух радиоизотопов. Поскольку один из них способен образоваться из другого, и скорость этого преобразования поддается измерению, результаты могут быть использованы для определения возраста. При этом делается допущение, что дочерний элемент образовался в результате распада элемента родительского, а не присутствовал в породе изначально. Проверить это, разумеется, невозможно. Еще одно необходимое допущение — что скорость распада на протяжении огромных периодов времени была постоянной и ни в один из моментов прошлого образцы не подвергались воздействию потока частиц высокой энергии. Недавние исследования изменения скорости света показали, что темпы радиоактивного распада в прошлом

могли быть выше, чем сейчас, поскольку они зависят от скорости света. Далее, необходимо допустить, что ни родительский, ни дочерний элементы не перемещались ни наружу, ни внутрь датированного образца на протяжении всей его истории. Но и это допущение не имеет под собой почвы, поскольку во многих радиометрических процессах участвуют газы и элементы, растворимые в воде.

Обычно не публикуются данные, что существует множество исследований, свидетельствующих о молодом возрасте Земли и вселенной. Многочисленные свидетельства о возрасте Земли основаны на временной экстраполяции в прошлое тех процессов, которые наблюдаются в настоящее время. Вот некоторые из подобных примеров.

Если измерить *скорость, с которой течение рек и береговая эрозия выносят минеральные соли в океаны*, то мы можем определить возраст океанов, который для различных солен составляет от нескольких тысяч лет до нескольких сот миллионов лет. Но ни о каких миллиардах лет, на которых настаивают эволюционисты, тут не может быть и речи. Конечно, если океаны были созданы уже солеными, а большая часть эрозии стала результатом катастрофических событий, то неизбежно придется пересмотреть даже этот, сравнительно «молодой», возраст в сторону уменьшения.

Магнитное поле Земли было впервые измерено Гауссом в 1835 году. При последующих измерениях выяснилось, что *сила магнитного поля экспоненциально убывает со временем*. Расчеты показали: для того, чтобы сила магнитного поля уменьшилась до половины ее нынешнего значения, потребуется всего лишь 1400 лет. Это означает, что в 600 г. н. э. магнетизм Земли был сильнее нынешнего в два раза, в 80 г. до н. э. — в четыре раза, а в 2200 г. до н. э. — в восемь раз. Экстраполируя события вспять во времени, мы видим, что всего лишь 10000 лет назад магнитное поле Земли должно было быть таким же, как у магнитной звезды. На такой горячей планете не могла существовать жизнь! Таким образом, мы приходим к выводу, что возраст Земли меньше 10000 лет. Эволюционисты вынуждены постулировать, что в прошлом было несколько изменений магнитного поля, и ссылаться на направление поля в минеральных скальных породах. Но если эти магматические породы появились в результате вулканизма во время Потопа («источники великой бездны»), когда могла поколебаться земная ось, вполне естественно ожидать изменений направления магнитного поля.

Для того, чтобы измерить *скорость оседания на Землю метеоритной пыли*, использовались искусственные спутники. Было подсчитано, что ежегодно на Землю выпадает 14,3 миллиона тонн пыли. За воображаемые тысячи миллионов лет земной истории эта пыль образовала бы на поверхности Земли слой толщиной в 18 метров. Ветры, эрозия и формирование морского дна могли «сместить» часть этой пыли. Однако в земной коре недостаточно никеля — основного компонента этих осадков. Но на Луне нет ни атмосферы, ни океанов, способных рассеять метеоритную пыль, и команда «Аполлона» опасалась, что из-за толстого слоя пыли возникнут трудности с посадкой. Однако слой пыли на Луне оказался толщиной лишь около трех миллиметров, что соответствует возрасту менее чем десять тысяч лет.

Сам факт *присутствия космической пыли в Солнечной системе* говорит о том, что ей вовсе не миллиарды лет. Давление солнечного излучения медленно вытесняет космическую пыль из межпланетного пространства. Это явление известно под названием эффекта Пойнтинга — Робертсона. При этом пыль должна быть сметена полностью предположительно за два с половиной миллиона лет (а вовсе не за десятки миллиардов).

Исследования обнаружили, что *Луна до сих пор остывает*. Это вряд ли происходило бы с космическим телом такого размера, будь ему, как принято считать, 4,5 миллиарда лет. Лунная поверхность излучает тепло. Наличие магнитного поля указывает на существование жидкого ядра. Приборы, оставленные на Луне, фиксировали лунотрясения.

*Луна удаляется от Земли приблизительно на пять сантиметров в год*. Два миллиарда лет назад (что меньше половины обычно предполагаемого возраста системы «Земля — Луна») Луна должна была находиться так близко к Земле, что приливные силы разорвали бы ее на части, а Земля вращалась бы вокруг своей оси очень быстро, что вызвало бы невыносимые климатические условия.

Кометы вращаются вокруг нашего Солнца по вытянутым эллиптическим орбитам. Пролетая поблизости от Солнца, эти «грязные снежки» теряют часть своего вещества, в результате чего у

комет образуются знаменитые хвосты. *Кометы с коротким периодом обращения*, как, например, комета Галлея, испарились бы полностью меньше чем за миллион лет. Единственное удовлетворительное объяснение существования короткопериодных комет — то, что Солнечной системе меньше миллиона лет, поскольку положительных данных в пользу теории Орта (Oort) о существовании облака комет вне пределов видимости не получено.

*Сферические скопления звезд* — кластеры нашей галактики — Млечный Путь движутся так быстро, что за миллион лет *они просто разбежались бы за пределы галактики*. То, что этого не произошло, говорит о гораздо более «юном» возрасте вселенной, чем пресловутые миллиарды лет.

Изучив записи Британской королевской обсерватории, ведущиеся с 1750 года, ученые пришли к заключению, что *Солнце уменьшается в размере со скоростью около 0,1% в столетие*. Это немного, но если бы Солнце существовало всего лишь 100000 лет назад, то оно было бы вдвое больше нынешнего размера. А 25 млн. лет назад (не говоря уж о 4,5 млрд. лет, которые эволюционисты считают возрастом Земли) *поверхность Солнца касалась бы Земли*.

Атомные часы свидетельствуют о том, что *скорость вращения земли уменьшается* примерно на 1 секунду в год. Если бы земле было миллиарды лет, то скорость, с которой она вращалась в начале, была бы настолько большой, что *центробежная сила серьезно бы деформировала Землю*. В действительности этого не наблюдается.

Таким образом, даже использование приема экстраполяции свидетельствует о верности Библейской модели сотворения вселенной.

### **Совершенный дизайн не может быть продуктом случая [43, 45]**

Для христианского мировоззрения, что уже обсуждалось нами выше, совершенный дизайн объектов мироздания служит свидетельством разумной первопричины их существования — наличия Творца. Чарльз Дарвин в книге «О происхождении видов» в 1859 году писал: «Предположить, что глаз...мог развиваться в процессе естественного отбора, кажется, я честно признаю в высшей степени абсурдной идеей». Человеческое тело, представляющее собой чудо проектирования, является сильным свидетельством в пользу сотворения нас всемогущим Богом. Образцом великолепного дизайна может служить только единственная человеческая клетка. «Внутри одной живой клетки можно увидеть разум высшего порядка в действии. Чем больше ученые совершают открытий о клетке и ее хитроумном и сложном устройстве, тем более становится очевидным то, что за нашу вселенную отвечал Творец» [43]. По количеству и сложности исполняемых функций ядро клетки можно уподобить суперкомпьютеру, оболочку ядра — фильтрующему заводу, цитоплазму — фабрике. Клеточная мембрана сравнима с пограничным контролем, системой очистки, эндоплазматическая сеть — с системой коммуникации, лизосомы — с химическим заводом, митохондрии — с энергетическим заводом, рибосомы — с заводом по переработке, центриоли — с системой деления, комплекс Гольджи можно уподобить системам упаковки и складирования. Сторонники эволюционной теории хотят заставить поверить, что тело человека является продуктом эволюции. Однако, чем больше медицинская наука делает открытий о строении и функционировании отдельных частей человеческого тела, тем больше оснований согласиться со словами псалмопевца: «Славлю Тебя, потому что я дивно устроен. Дивны дела Твои, и душа моя вполне сознает это» (Пс. 138, 14).

Признавая Бога создателем всего живого, мы должны согласиться, что Он не только создал совершенные живые организмы, но и обеспечил стабильность созданных Им видов посредством генетической информации, в которой помимо прочего заложены инстинкты. «Инстинкты необходимы для выживания вида. Они должны быть совершенно точными в первом же поколении. Инстинктам не обучаются, они заложены в виде генетической информации. В результате случайных процессов эта информация не могла пополниться — вероятнее, она бы потерялась. И теоретические выводы, и результаты наблюдений сходятся в том, что информация появляется лишь из разумного источника» [41]. Несостоятельность теории эволюции в этом вопросе отмечают и многие неверующие ученые. Приведем некоторые из высказываний: «Происхождение генетического кода — самое узкое место в вопросе о возникновении жизни. И чтобы достичь здесь существенного прогресса, могут понадобиться грандиозные теоретические и экспериментальные открытия» [46]. «Для эволюционного генетического механизма не существует никаких лабораторных моделей: тут можно бесконечно разглагольствовать, отмечая неудобные факты... Мы

можем только представлять себе, что же происходило в действительности, а воображение здесь не лучший помощник» [47]. Научная мысль приходит к выводу о неслучайном характере возникновения жизни. «Настаивать, тем более с олимпийской уверенностью, что жизнь возникла абсолютно случайно и развивалась таким же образом — необоснованное предположение, которое лично я считаю неверным и не соответствующим фактам», — пишет бывший президент Академии наук Франции *Пьер-Поль Грассе* [48]. Поэтому вера в то, что все разнообразие живой природы появилось без цели и плана, просто как результат игры слепого случая, противоречит рациональному образу мышления. Гораздо разумнее вера в то, что все живое было создано всемогущим Творцом.

Мы уже говорили о том, что антропный принцип христиане считают заложенным Творцом. Он также не оставляет места для случайности. Проявления его мы обнаруживаем повсюду и они являются свидетельством высочайшего инженерного искусства Творца, действия всеобщего закона скоординированности и порядка. Вот еще некоторые факты. Средний радиус Земли 6371,032 км. Если бы радиус Земли был на 800 км. больше, то сила тяжести на земле увеличилась бы, что привело бы к целой серии цепных реакций. Масса воздуха увеличилась бы и это привело бы к увеличению его объема. Результатом также стало бы увеличение объема воды на поверхности земли, повышение уровня океанов и затопление многих районов земли. Если бы радиус земли был на 800 километров меньше, сила тяжести бы уменьшилась, что позволило бы атмосфере уйти в космос. Жизнь была бы не только невозможной, но и метеориты постоянно бы бомбардировали поверхность земли, после чего она стала бы похожа на поверхность Луны — замерзшей мертвой планеты. Расстояние земли от солнца составляет 149,6 миллиона километров. Средняя температура на поверхности солнца составляет 6348 °С. Ученые подсчитали, что если бы температура солнца была больше или меньше на 50 °С в течение одного года, то жизнь на земле бы исчезла. Земля вращается вокруг солнца со скоростью 107700 км в час или около 29 км в секунду. Если бы земля замедлила скорость вращения до 9 км в секунду, жизнь на земле бы сгорела. Если бы скорость вращения земли увеличилась до 60 км в секунду, то планета сошла бы с орбиты и оказалась бы выброшенной в холодные просторы космоса, и жизнь быстро бы погибла. Луна имеет необходимый размер и находится на нужном расстоянии от Земли. Если бы она была больше или находилась ближе, то океаны затопили бы большую часть низколежащих прибрежных районов. Если бы она находилась на расстоянии 83 тыс. км от земли вместо 400 тыс. км, то вода покрыла бы всю поверхность земли на глубину полутора миль. Если бы Луна была меньше и дальше, приливы и отливы были бы слишком слабы, чтобы держать гавани в чистоте и обогащать воду необходимым кислородом.

Например, *толщина земной коры* является абсолютно подходящей для существования жизни на земле. Ученые подсчитали, что если к поверхности земли добавить 3 метра твердого вещества, то начнется процесс окисления кислорода атмосферы, что может привести к ее уничтожению.

*Содержание кислорода в атмосфере* составляет 21%. Если бы оно было 25%, то было бы невозможно выращивать леса из-за пожаров, которые возникали бы от молний во время грозы. Даже ливни не смогли бы загасить такие пожары. Если бы уровень кислорода в атмосфере составлял только 19%, всего лишь на 2% меньше, мы бы задохнулись. Если бы кислорода было на 10% меньше, то процесс горения на земле был бы невозможен.

Растения подобны химическим фабрикам. Они поглощают углекислый газ — продукт дыхания человека и животных — и перерабатывают его в кислород, необходимый для живых организмов. Если предположить, что растениям требовался бы тот же элемент, что и человеку — кислород, тогда они были бы конкурентами живым организмам, что представляло бы угрозу жизни на земле. Доктор Гентерсон, физиолог, говорит, что химические свойства углерода и азота делают их ответственными для растений и животных.

Таким образом, даже краткий обзор фактов необыкновенной приспособленности нашей вселенной для жизни человека указывает на ее неслучайный дизайн, который христиане связывают с существованием разумного Творца.

## Глава 2 ОСНОВАНИЯ ДЛЯ ДОВЕРИЯ ТЕОРИИ СОТВОРЕНИЯ

Одна из самых очевидных и ошибочных концепций, навязываемых общественности атеистическими гуманистами, состоит в том, что эволюция является наукой, а теория сотворения религией.

Однако даже Верховный Суд США был вынужден дать определение эволюционному гуманизму как религии без Бога [42]. Эволюция — это анимистическая религия, требующая безусловной веры и предлагающая абсурдную жизнь и абсолютную смерть в качестве вознаграждения за веру.

Основные положения атеистической веры могут быть сформулированы следующим образом.

- ▶ Сверхъестественной силы не существует.
- ▶ Все мироздание является продуктом случайности.
- ▶ Живое вещество произошло из неживого.
- ▶ Интеллект и сознание появились без посторонней помощи.
- ▶ Вещество самосоздаваемо, самоопределяемо, неразруσιμο.

Исаак Ньютон сумел преподать урок своему другу атеисту о том, что у всего, что произведено, должен существовать творец. Он создал мелкомасштабную модель солнечной системы и поместил ее на большой стол в своей комнате. Ремесленник сделал прекрасную работу, сымитировав не только различные размеры планет и их положения относительно друг к другу, но и сконструировав модель таким образом, что все начинало вращаться и двигаться после поворота рычага. Коллега Ньютона как-то зашел к нему и, увидев модель, спросил: «Кто это сделал?». Ньютон ответил: «Никто». Друг отказался поверить заверению Ньютона, что то, что он видит, просто случайно обрело существующую форму. Затем Ньютон вежливо, но твердо обратился к своему другу: «Эта вещь всего лишь незначительная имитация намного большей системы, чьи законы вы знаете, я не в состоянии убедить вас, что эта игрушка не имеет ни дизайнера, ни создателя; но вы верите, что великий оригинал, с которого создана эта модель, как раз и возник без дизайнера и творца. Так скажите же мне, путем каких оснований вы приходите к таким необоснованным выводам?» Каким слабым основанием для веры является дарвиновская теория могут служить слова самого Дарвина: «Я прекрасно осознаю, что в данной работе вряд ли сеть вопрос, по которому не могли бы быть представлены факты, часто ведущие к заключениям, прямо противоположным моим. Справедливый результат может быть достигнут только при полном изложении и оценке факторов с обеих сторон вопроса, а это невозможно сделать в данном труде». (Чарльз Дарвин, 1895, предисловие к книге «О происхождении видов». Цитируется по газете The Washington Times, 8 февраля 1984 года.) Вера же сторонников теории сотворения основана на Библии, которую христиане воспринимают как Божье Слово.

Существуют многочисленные свидетельства о библейских пророчествах, которые исполнились в прошлом, и о тех, которые исполняются в настоящее время [42]. Это даст нам основание доверять Библии. Знания о физической картине мира, которые мы можем найти в Библии, подтверждаются современной наукой. «Он простер север над пустотою, повесил землю ни на чем» (Иов. 26, 7), — читаем мы в Библии, написанной в то время, когда большинство людей было уверено, что земля покоится на трех слонах. «Умножу семя твое, как звезды небесные и как песок на берегу моря» (Быт. 22, 17) — написано четыре тысячи лет назад. Но еще не так давно — до изобретения телескопа — количество звезд на небе считалось известным и не превышало полутора тысяч.

Песка же на берегу моря бесчисленное множество. За сотни лет до Аристотеля Моисей в книге Бытия в Библии написал, что Бог поставил «светило большее для управления днем, и светило меньшее для управления ночью» (Быт. 1, 16). Другими словами он объявил, что солнце больше луны, хотя многие древние считали наоборот.

Другой пример изумительной точности в книге Бытия (1 глава) мы находим в классификации растительной жизни. Там последовательно употребляются три еврейских слова: «деше», которое переводится словом «зелень», «эсев» — переведено словом «трава» и «пру» — переведено словом «дерево плодovitое». Джеймс Д. Мурфи, признанный гебраист, говорит: «в первом семя не замечается, оно не видно для глаз; во втором отличительным признаком является семя, а в третьем плод, в котором семя его». Это распределение просто и естественно. Оно исходит из двух отличительных признаков: структуры и семени. В первом преобладает зеленый лист; во втором — стебель; в третьем — твердая древесина. Это распределение соответствует некоторой классификации в нашей теперешней системе ботаники. Но оно менее сложно, чем любая из

современных классификаций, и основано на очевидных обстоятельствах.

Лишь точные астрономические наблюдения последних веков позволили понять смысл замечания Иову: «Можешь ли ты связать узел Хима и разрешить узлы Касиль?» (Иов. 38, 31). Именами Хима и Кессиль древние называли созвездия Плеяды и Орион соответственно и считали формы созвездий неизменными с течением времени. Однако оказалось, что все созвездия, — в том числе и Орион, — постепенно меняют свои наблюдаемые с Земли очертания по причине движения составляющих их звезд друг относительно друга. И лишь Плеяды всегда виделись и будут видеться неизменными.

«Когда Он полагал ветру вес» (Иов. 28, 25) — сказано задолго до экспериментов Торичелли по определению веса воздуха. Слова Исайи: «По множеству могущества и великой силе у Него ничто не выбывает» (Ис. 40, 26), — подтверждены законом сохранения материи и энергии. Археология, открывшая Ниневию и Вавилон (Раулинсон), нашла и остатки Вавилонской башни, о которой говорится в Библии Она имеет 46 метров в высоту и 710 метров в окружности и называется «зиггурат». Это семитическое слово означает «сделать себе имя». Это можно сравнить со словами строителей Вавилонской башни «сделаем себе имя» (Быт. 11,4). История проверила исполнение пророчеств Библии, настолько удивительное, что одно это исследование приводило сомневающимся к вере в богодухновенность Писания. Исайя (за 8 веков до Рождества Христа) говорит о Вавилоне в период его величия: «Не заселится никогда... Но будут обитать в нем звери пустыни, и дома наполнятся филинами; и страусы поселятся, и косматые будут скакать там...» (Ис. 13, 21-22). И это сбылось. В 4 веке персидские цари сделали Вавилон местом обитания диких зверей, и по временам устраивали там царскую охоту (см. Энци. словарь Брокгауза). Далее Исайя говорит: «...и сделаю его владением ежей и болотом...» (Ис. 14, 23). Это и случилось. Вавилон сделался жертвой наводнения и в настоящее время большая его часть находится под водой. Русский путешественник Фрей, бывший там в 1895 году, поразился множеством ежей в болотах Вавилона, что напомнило ему упомянутый стих из Библии.

Выше мы рассмотрели с вами отдельные физико-химические закономерности окружающего нас мира и даже на основании этой информации можем присоединиться к утверждению современных физиков о том, что все явления в мире имеют одну (электромагнитную) основу — свет. Свет видимый и невидимый — это радиоволны, инфракрасное излучение, ультрафиолетовое, рентгеновские и g-лучи. Например, трение — это возбуждение электронов, атомных ядер — от него выделяется свет невидимый — тепло. При усилении трения, например, при давлении, выделяется еще больше тепла. При ударе уже высекается искра. При падении метеорита от взрыва оплавляется земля в месте падения. По воде бежит волна — и мы ее видим, потому что она излучает фотоны, то есть свет. Свет выделяется от трения частиц воды друг о друга, столкновения молекул — от этого вода нагревается, а тепло это свет. Любое движение соприкасающихся частиц вызывает возбуждение электронов, ядер атомов, молекул, что и обнаруживается в излучении света и также в поглощении его. Итак, любое явление — будь то звук, трение, химическая реакция, рукопожатие, ветер, дождь и все прочее — есть явление света — световое явление. Об этом же мы читаем в Библии в послании Павла, написанном около 2000 лет назад: «...ибо все, делающееся явным, свет есть».

В то же время в Первом послании Иоанна (1,5) говорится о том, что «Бог есть свет». Не является ли это указанием на Божественную сущность всех окружающих нас явлений? Именно поэтому изучение вселенной, систематизированное наукой, может служить источником нашего знания о Боге. В послании апостола Павла к Римлянам (1, 20) сказано, что «невидимое Его, вечная сила Его и Божество, от создания мира чрез рассматривание творений видимы».

Археологи чем дальше, тем больше открывают свидетельств о существовавших в прошлом городах, странах, народах и событиях, уже давно известных нам из Библии. Открытие же в 1947 году в районе Мертвого моря древних Кумранских манускриптов окончательно опровергло утверждения, что все библейские пророчества и откровения являются более поздними приписками. Рукописи, написанные задолго до Рождества Христова, оказались полностью соответствующими современным библейским текстам. Подлинность Нового Завета трудно поставить под сомнение, поскольку 24600 обнаруженных рукописей практически (на 90%) не имеют расхождений между собой. (Сравните это с тем фактом, что у второй по сохранности рукописей древней истории книги «Илиады» и «Одиссеи» Гомера обнаружено лишь 643 экземпляра.)

Многочисленные научные подтверждения фактов, упоминающихся в Библии, являются важнейшим основанием нашего доверия теории сотворения.

### Глава 3 О ЗНАЧЕНИИ НАШЕГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ

Мы уже говорили о том, что эволюционные представления появились на базе «гуманистических» идей. В свою очередь, теория эволюции явилась «научной» базой для философии атеистического светского гуманизма. В основе ее лежит вера в определенные принципиальные положения. Плодами атеистического гуманизма являются [42]:

- ▶ отрицание существования любого творца;
- ▶ утверждение, что вселенная возникла сама по себе;
- ▶ цель существования человека — поиск личного удовлетворения;
- ▶ правила поведения человека определяются его окружением;
- ▶ человек сам определяет системы своих ценностей в зависимости от жизненных ситуаций;
- ▶ отрицание значимости инвалидов и нерожденных младенцев и др.

Вопрос состоит в том, какую веру мы выбираем. Ту, которая основана на учении о Божественном сотворении мира, раскрывающем этические и религиозные системы христианства, которая признает необходимость существования больниц, христианских и благотворительных организаций, поскольку не только наиболее приспособленные должны выживать, но каждый человек драгоценен в глазах Господа, которая признает абсолютные моральные ценности, такие, как свобода и независимость, отражающие неотъемлемые качества Бога, сотворившего человека «по Своему подобию», которая смысл образования молодежи видит в раскрытии данных Богом даров и их развитии на благо общества для выполнения предназначения, данного человеку Богом, по разумному использованию окружающего животного и растительного мира. Или ту, которая основана на эволюционной теории и утверждает, что наша настоящая жизнь есть все, чем мы обладаем, и что каждый человек приобретает значение только благодаря своим действиям, что право на выживание имеют лишь наиболее приспособленные и что задача молодежи состоит в том, чтобы пробиться в обществе. «Не может худое дерево приносить плоды добрые», — читаем мы в Библии (Мф. 7, 20). Признание существования Творца утверждает внутреннюю ценность человека. Сознание значимости жизни абсолютно необходимо для человека, он нуждается в этом. Это является источником его благодарности Создателю, признания своей зависимости от Него. Наша жизнь на земле лишь начало вечности. На земле мы делаем выбор: служить Творцу или отвергнуть Его, вечная жизнь с Ним или проклятие в аду с отчуждением от Него. Творец хочет спасти людей, прекраснейшую часть Своего творения, хочет, чтобы они обратились к Нему, поэтому Он открывается нам в Своем Сыне Иисусе Христе.

Вопросы и задания для самостоятельной работы:

1. Основные положения теории эволюции.
2. Теория химической эволюции.
3. Геологические данные, лежащие в основе теории эволюции.
4. Приведите примеры реализации антропного принципа в мироздании.
5. Приведите факты, свидетельствующие о молодом возрасте земли?
6. Биологические аргументы сторонников теории эволюции.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хотелось бы обратить внимание читателей на две наиболее характерные для традиционной русской культуры черты отношения к окружающему миру.

Первой важнейшей чертой является признание безусловной ценности мира — вселенной и ответственности человека. Оно включает следующие основные элементы.

Во-первых, мир является творением Божьим и, безусловная ценность, предполагает ответственный подход к нему со стороны человека. При этом роль «неразумной жены» и «неверного домоуправителя» осуждена в самом принципе. Их место занимает человек, призванный хранить и возделывать рай (Быт. 2, 15).

Во-вторых, мир есть не только первичная эмпирическая данность, но и первичная эстетическая ценность. В богоданном мире все прекрасно, все «добро зело» как в основании, так и в грядущем

преображении. В историческом потоке времени природный мир есть уже в значительной степени человечески окачествованный мир. Преобразующее воздействие человека на мир есть творческий процесс, совершающийся параллельно с внутренним преобразованием человеческой личности.

В-третьих, мир есть область имманентного человеку бытия, в котором ему открывается надмирный и трансцендентный Личный Бог. Природа была первым откровением человеку о Боге. Мир есть среда, в которой человеческое «я» встречается с Личным Богом и через это себя открывает, выявляет, осуществляет. Именно в контексте мировой жизни происходит Боговоплощение и совершаются исторические события Нового Завета. Путь земной жизни человека получает свое высшее оправдание и смысл, так как этот путь реально пройден Христом.

В-четвертых, мир есть область актуализации Церкви, ее космический лик. Весь мир, вызванный Богом из небытия, призывается стать Церковью, училищем благочестия. В этом смысле мир есть школа, в которой один учитель — Христос» [72].

Целостность восприятия мироздания, понимаемая как учет всего спектра восприятия (чувственного, эстетического, духовного и др.) человеком явлений живой и неживой природы в их взаимосвязи, также характерна для традиционной русской культуры. Подобный подход некоторые философы называли также «метафизическим» [73]. Именно целостное представление о мироздании служит основой как богопознания, так и научного познания мира, которое в русской традиции неотделимо от богопознания. «Эмпиризм — по представлению русских философов — в своем последовательном развитии» также приводит к «метафизике», к представлению о «всеобщей соотносительности» явлений, предполагающей «универсальное сверхотносительное основание и начало всех отношений», «абсолютную личность, заключающую в себе всеединое начало сущего, полноту потенций бытия» [79]. Всеобщие законы мироздания, приведенные в данной книге, которые объединяют все естественнонаучные законы и свидетельствуют о Творце, являются хорошим подтверждением последнего. Следует отличать такую «метафизику» от метафизики, утратившей представление об едином личностном Творце и пытающейся подменить реальность своими представлениями о ней: языческими или информационно-энергетическими категориями новейшей метафизики.

Слова апостола Павла, стоящие в эпиграфе книги относятся к язычникам, хотя и не знавшим Христа, но которым было явлено знание о Боге. Продолжением приведенных стихов являются следующие: «Но как они познавши Бога, не прославили Его, как Бога, и не возблагодарили, но осуетились в умствованиях своих, и омрачилось несмысленное их сердце: называя себя мудрыми, обезумели и славу нетленного Бога изменили в образ, подобный тленному человеку и птицам, и четвероногим, и пресмыкающимся...». Этими стихами апостол Павел поясняет, каким образом язычники оказались лишены оправдания. В своих беседах на послание к Римлянам Иоанн Златоуст даст следующее толкование словам апостола: «Первая вина язычников в том, что они не нашли Бога; вторая — в том, что не нашли, имея к тому большие и очевидные основания; третья — в том, что называли себя мудрыми; четвертая — в том, что не только не нашли, но и почитание, принадлежащее Богу, воздали демонам, камням и деревьям... А чтобы ты знал, что язычники имели знание о Боге, но сами погубили его, Павел сказал: изменили, так как изменяющий что-нибудь изменяет с той целью, чтобы иметь нечто другое. Язычники хотели найти нечто большее, но так как были любителями нововведений, то и не удержались в данных пределах, а потому лишились и прежнего. В этом состояла вся эллинская мудрость. Потому они и восставали друг против друга, Аристотель восставал на Платона, стоики вооружались на Аристотеля и вообще один был противником другого, так что не удивляться им нужно за их мудрость, а отвращаться и ненавидеть, потому что вследствие этого самого они и сделались неразумными. Если бы они не предались размышлениям, доказательствам и софизмам, то не потерпели бы того, что потерпели» [74].

#### **Список использованной литературы**

1. Лавриненко В. И., Ратников В. П., Голуюб В. Ф. и др. Концепции современного естествознания. — М., 1997.
2. Головин С. Л. Всемирный потоп. Миф, легенда или реальность? — Симферополь, 1994.
3. Линдсей Д. Г. Противоречие происхождения: сотворение или случайность. Серия «Мироздание». — Минск, 1997, т. 8.
4. Ульман Крис. Библейское учение о сотворении мира. — М., 1992.
5. Марцинковский В. Смысл жизни. — Новосибирск, 1996, 272 с.

6. Чанышев А. Н. Курс лекций по древней философии.—М., 1981.
7. Азерников В. З. Неслучайные случайности. Рассказы о великих открытиях и выдающихся ученых.— М., 1972, с. 14-15.
8. Stanley D. Beck. Natural Science and Creationist Theology// Bioscience 32. October 1982, 739с.
9. Шеффер Ф. Как же нам теперь жить? — Чикаго, 1990.
10. Кум Т. Структура научных революций . — М., Прогресс, 1975, с. 11.
11. Берн ал Дж. Наука в истории общества. — М., 1956
12. Кузнецов Б. Т. От Галилея до Эйнштейна. — М., Наука, 1966, с. 38.
13. Эйнштейн А. //., Инфельд Л. Эволюция физики. —М., 1965.
14. Седов Л. И. Галилей и основы механики. — М., 1964.
15. М.Холличер В. Природа в научной картине мира. — М., 1966, с. 109.
16. Кудрявцев П. С. Курс истории физики. — М., 1982.
17. М.Келигов М. Ю. Идеи развития в естествознании. — Ростов-на-Дону, 1988.
18. Бор Н. Атомная физика и человеческое познание.—М. 1961.
19. Парнов Е. И. На перекрестке бесконечностей. — М., 1967. Ю.Декарт Р. Избранные произведения. — М., 1950.
21. Самыгин С. И. Концепции современного естествознания.— «Феникс», 1997.
22. Назаров И. В. Методология геологического исследования.— Новосибирск, 1982.
23. Байбаков С. //., Мартынов А. // С орбиты спутника — в глаз тайфуна. — М., 1986.
24. Гейзенберг В. Теория, критика и философия. Успехи физических наук.— 1970, т. 102, вып. 2, с. 303.
25. Губарев В. Вихри в океане // Правда, 1984, 26 сентября, с. 6.
26. Павлов И. П. Поли. собр. соч. — М-Л., 1951, т. II, кн. 2.
27. Карцев В. П. Эксперимент и практика. — М., 1974.
28. Орнатский П. П. Те с физики. — Л-М., 1933, т. 1.
30. Васильев С. А. Семантическая структура языка и ее отношение к действительности // Логика и методология науки. — М., 1967. с. 133.
31. Ракитов А. И. Соотношение точности и адекватности в формализованных языках// Логика и методология науки. — М., 1967, с. 115.
32. Мостепаненко М. В. Философия и методы научного познания. — Л., 1972, с. 134.
33. Новик И. Б., Умова А. И. Моделирование и аналогия // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. — М., 1968, с. 290.
34. Гельмгольц Г. О сохранении сил. — М., 1922, с. 15.
35. Смородинский Я. А. Температура. — М., 1987.
36. Пекле Э. О теплоте и ее применении в искусстве и ремеслах. 1830//Дорфман Я. Г. Всемирная история физики. — М., 1979, с. 74.
37. Фен Дж. Машины. Энергия. Энтропия. — М., 1986.
38. Карно С. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу. — М-СПб., 1923.
39. Кузьменко Н. Е., Еремин В. В., Попков В. А. Начала химии. — М., 1998.
40. Лоренс Кроф. Миф о химической эволюции // Крымское общество креационной науки. Буклет № 33, 1997.
41. Йохансен Э. Кэррон Т. У. Инстинкты и творение. — Христианский научно-апологетический центр. Буклет № 31, 1997.
42. Линдсей Д. Г. Основы мироздания. — Даллас, 1993, т. 1.
43. Линдсей Д. Г. Основы мироздания. Противоречие происхождения: сотворение или случайность. — Даллас, 1991, т. 1.
44. Карпенков С. Х. Концепции современного естествознания. М., 1997.
45. Оакланд Р. Очевидность сотворения мира. — М., 1993.
46. Leslie Orgel. Darwinism at the very beginning of life// New Scientist, April 1982, p. 151.
47. Richard E. Dickerson. Chemical evolution and the origin of life // Scientific American, vol. 239 (3), September 1978, pp. 77-78.
48. Pierre — Paul Crasse. Evolution of Living Organisms, Academic Press, New York, 1977, p. 107.
- W.Arthur Koesler in Janus: A Summing UP. — Random House, New York. 1978, pp. 184-185.
50. Др. Колин Паттерсон. Интервью о кладистике для Би—Би-Си, 4 марта 1982. Steven M. Stanley. A theory of evolution above the species level // Proceedings of the National Academy of Science USA, vol. 72 (2), February 1975, p. 646.
51. Генри Морис. Сотворение мира: научный подход // Институт креационных исследований— Сан-Днего, 1981.
52. Hugh Ross. The Creator and the Cosmos. — Navpress, Colorado, 1995.
53. Сб. Естественно-научные представления Древней Руси. — М., Наука, 1988.
54. Хью Росс. Астрономические доказательства существования библейского Бога. 1993.
55. Дэвид Роузвер. Наука о сотворении мира.— Крымское общество креационной науки. Симферополь, 1995.
56. Hamilton, Donald. The Special Evolution of Galaxies. I. An Observational Approach // Astrophysical Journal, 297 (1985), pp. 371-389.
57. Hawking. Stfcfn and Pemose Roger. The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology // Proceedings of the Royal Society of London. Series A, 314 (1970), pp. 529-548.
58. Hawking, Stefan IK and E I/is, George F. R. The Cosmic Block Body Radiation and the Existing of Singularities in our Universe//Astrophysical Journal, 152, (1968), pp. 25-36.

59. Прентис Дэвид. Теория эволюции и сотворения. Обзор фактов // Крымское общество креационной науки. Буклет № 26.
60. Лестер Лейн. П. История жизни//Крымское общество креационной науки. Буклет № 28.
61. Frederic B. Jueneman. Secular catastrophism // Research and Development, June 1982, p. 21.
62. Hubble Edwin. A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extra- Galactic Nebulae//Proceedings of the National Academy of Sciences, 15, 1929, pp. 168-173.
63. William D. Stansfield //The Science of Evolution. — Macmillan, New York, pp. 82, 84.
64. Сб. Наука, философия, религия. — Дубна. 1997.
65. Конин А. В. Концепции современного естествознания. — М., 1998.
66. Девис П. Случайная вселенная. — М, 1985, с. 141.
67. Картер Б. Совпадение больших чисел и антропологический принцип в космологии., Космология. Теория и наблюдение. — М, 1978, с. 369-380.
68. Флоровский Г. В. Восточные отцы V—VIII веков. - Париж, 1933.
69. Роуз С. Православный взгляд на эволюцию. — М., 1997.
70. Батюшкова И. В., Бляхер Л. Я., Быков Т. В. Развитие естествознания в России. — М., 1977.
71. Схиархимандрит Иоанн (Маслов). Симфония по творениям святителя Тихона Задонского — М., 1996.
72. Архимандрит Платон. О бытии человека // Сб. Православие и экология. — М., Московский патриархат, 1999, 439 с.
73. Русские философы (конец XIX- начало XX века). Антология, вып. 2. -- М., 1994, 424с.
74. Творения святого отца нашего Иоанна Златоуста, архиепископа Константинопольского, в русском переводе, т. 9, кн. 2.— СПб., 1903.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	1
<b>Часть I. Основы христианского подхода к научному познанию окружающего мира</b>	
Глава 1. Роль человека в мироздании и в познании окружающего мира.....	3
Представление о системе научной деятельности.....	3
Христианский взгляд на значимость человека.....	4
Место естествознания в системе культуры человечества.....	6
Глава 2. Принцип системности в познании окружающего мира.....	7
Особенности христианского представления о системном методе.....	7
Структурные уровни мироздания.....	9
Исторические тенденции классификации в естествознании.....	10
Глава 3. Универсальные законы вселенной.....	11
Закон всеобщей целесообразности.....	11
Закон познаваемости мироздания.....	12
Закон сохранения и превращения энергии.....	12
Закон всеобщей зависимости от источника энергии.....	13
Закон причины и следствия.....	13
<b>Часть II История познания человеком окружающего мира</b>	
Глава 1. Предпосылки появления естествознания.....	14
Натурфилософия — первая попытка людей обобщить знания об окружающем мире.....	14
Характеристика отдельных этапов развития натурфилософии.....	15
Особенности развития познания с появлением христианства.....	22
Глава 2. Появление современной науки.....	24
Предпосылки появления современной науки.....	24
Этапы развития науки.....	26
Особенности первого этапа развития науки.....	27
Глава 3. Тенденции развития естествознания.....	31
Утверждение понятия поля в естествознании.....	32
Расширение представлений об элементах материальных систем.....	34
Трансформация представлений о материи, энергии, пространстве.....	37
Развитие представлений о взаимопревращениях энергии и диалектизация современного естествознания.....	39
<b>Часть III Научный метод</b>	
Глава 1. Классификация методов научного познания.....	44
Глава 2. Общенаучные методы эмпирического познания.....	45
Наблюдение.....	45
Эксперимент.....	47
Измерение.....	48
Глава 3. Общенаучные методы теоретического познания.....	51
Абстракция.....	51
Идеализация.....	52
Мысленный эксперимент.....	53
Формализация.....	53
Индукция и дедукция.....	54

Глава 4. Общенаучные методы, применяемые на эмпирическом и теоретическом уровнях познания.....	55
Анализ и синтез.....	55
Аналогия и моделирование.....	56
Глава 5. Гипотетико-дедуктивная модель познания.....	57
Этапы познания.....	57
Характеристика научного знания.....	57
Границы научного метода.....	58
<b>Часть IV</b> Основы научных представлений макроуровня организации материи	
Глава 1. Основы механистического естествознания.....	59
Классическая концепция Ньютона.....	59
Понятие энергии в механике.....	60
Ограниченность представлений о материи в рамках механических моделей.....	62
Глава 2. Основы представлений о тепловой энергии.....	63
Понятия тепла и температуры.....	63
Законы термодинамики.....	66
Развитие представлений о теплоте и температуре.....	69
Глава 3. Основы представлений о химической форме движения материи.....	70
Характеристика основных элементов химических систем и их взаимодействия.....	70
Энергия связи в химических соединениях.....	73
Некоторые особенности энергетики химических превращений.....	76
Глава 4. Некоторые особенности биологических систем.....	77
Структурные уровни живого.....	77
Клетка как первокирпичик живого.....	78
Генетический механизм управления биологическими системами.....	79
<b>Часть V</b> Особенности современных научных знаний о мире, ограниченном для непосредственного наблюдения человеком	
Глава 1. Микромир: некоторые концепции современной физики.....	81
Развитие представлений о строении атома.....	81
Квантовая модель строения атома.....	82
Элементарные частицы как глубинный уровень структурной организации материи.....	84
Глава 2. Мегамир: Современные астрофизические и космологические концепции.....	85
Системы мегамира.....	85
Форма существования материи и энергии в мегамире.....	87
Теории происхождения Солнечной системы и вселенной.....	88
Глава 3. Пространство и время в свете современных научных представлений.....	90
Понятия пространства и времени.....	90
Современная физическая теория пространства и времени.....	92
Свойства пространства и времени.....	93
<b>Часть VI</b> Происхождение человека и вселенной.....	95
Глава 1. Сравнение теорий сотворения и эволюции.....	95
Основные положения теории эволюции.....	95
Недостающие звенья теории эволюции.....	99
Свидетельства молодого возраста земли.....	103
Совершенный дизайн не может быть продуктом случая.....	105
Глава 2. Основания для доверия теории сотворения.....	107
Глава 3. О значении нашего мировоззрения.....	109
Заключение.....	110
Список использованной литературы.....	111
Содержание.....	112