

9. СОВРЕМЕННАЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА

Современная физическая картина мира. Смена естественно-научной традиции. Современный рационализм. Наука и искусство – два способа познания мира.

Самое удивительное свойство нашего мира – это то, что он познаваем.

А. Эйнштейн

Современная картина мира возникла в рамках естествознания, и поэтому называется **естественно-научной**. Она является результатом синтеза фундаментальных открытий и результатов исследования всех естественных наук в целом. Существующая картина мира оказывает воздействие на другие науки, в том числе и на социально-гуманитарные. Например, это воздействие выражается в распространении концепций, стандартов и критериев естествознания на другие науки. Хотя естественно-научная картина мира формируется из достижений и результатов познания наук о природе – естествознания, но картина мира в целом дополняется важнейшими концепциями и принципами общественных наук.

Современные представления о мире сложились практически целиком на основании достижений науки XX в. *Теория относительности* радикально изменила наше понимание пространственно-временных отношений, *квантовая механика* – причинно-следственных связей. Современная *космология* нарисовала удивительную историю эволюции Метагалактики, начавшуюся около 10 – 20 млрд лет тому назад, раскрыла единство и целостность космоса, проявляющиеся, прежде всего, во взаимосвязи фундаментальных физических взаимодействий. *Биология* выявила молекулярные основы процессов жизнедеятельности, проникла в тайны передачи наследственной информации, соединила идеи эволюции и генетики в новую синтетическую теорию, на основе которой удалось понять механизмы образования и изменения живых организмов. *Синергетика* продемонстрировала, что процессы самоорганизации могут происходить не только в мире живого, но и в неживой природе. *Математика, химия, информатика, языкознание, психология* и другие науки также внесли немалый вклад в современную научную картину мира. Имеются все основания для того, чтобы сказать, что не в одном прошлом столетии наше понимание мира не претерпело столь значительных изменений в

результате развития науки. Сейчас все осознают огромное значение науки не только для практической деятельности, но и для духовной жизни, для формирования современного мировоззрения.

Однако, несмотря на гигантские успехи распространения образования и развития науки, человечество не избавилось от мучительных проблем и их даже не стало меньше. Широкое применение науки и техники раскрыло не только их огромные созидательные возможности, но и продемонстрировало всем, что они могут быть использованы и против человека. *Неотъемлемой частью современной картины мира являются глобальные проблемы, выражающие глубинные противоречия современного этапа единого исторического процесса развития.* Это, несомненно, отражается и на мировоззрении современной эпохи. Ведь недаром высокая оценка науки причудливо сочетается с широким распространением суеверий и современных мифов, нередко облаченных в научные одежды. Как писал Ф. Тютчев, "чему бы жизнь нас не учила, но сердце верит в чудеса."

Рассматривая элементы теории относительности, квантовой физики, физики элементарных частиц, мы, по сути дела, знакомимся с *современной естественно-научной картиной мира*, т.е. той научной картиной природы, которая является итогом развития физического знания и естествознания в целом. *Естественно-научная картина мира рассматривает Вселенную как единое целое.* Наука рисует Вселенную как *однородную, самосогласованную и простую в больших масштабах.* Физика показала, что "инструкции" для самосогласованного однородного космоса заключены в ее *законах.* Свойства фундаментальных взаимодействий определили развитие ранней Вселенной и организацию ее единой структуры, отличающейся простотой в больших масштабах.

При смене картины мира пересматриваются основные вопросы мироздания, структура знаний и место науки в жизни общества. Оказалось, что **окружающий нас физический мир существовал не всегда** – это важнейшее научное открытие XX в. Вселенная возникла внезапно, в результате Большого взрыва – чудовищного катаклизма, когда температура и давление значительно превосходили их предельные значения, которые мы наблюдаем сегодня.

В настоящее время приходит осознание, что **мир является нелинейным.** Нелинейность присуща не только физическим про-

цессам. *Все глобальные процессы – экономические, социологические, демографические, экологические – описываются нелинейными законами.* В естествознании активно исследуются процессы самоорганизации материи. Показано, что новые структуры могут возникать в точках ветвления системы (точках бифуркации), когда становится существенным выбор решения и пути развития, а в промежутках между ними поведение системы описывается обычными причинно-следственными законами. Упорядоченные структуры возникают не только в термодинамике, но и в астрофизике, нелинейной оптике, химии, биологии, экологии, геологии и т.д. Все это свидетельствует в пользу единства естествознания.

9.1. Современная физическая картина мира

Новая картина мира только формируется, она еще должна обрести универсальный язык, адекватный Природе. И. Тамм говорил, что наша первейшая задача – научиться слушать природу, чтобы понять ее язык. Картина мира, рисуемая современным естествознанием, *необыкновенно сложна и одновременно проста.* Ее сложность состоит в том, что она может поставить в тупик человека, привыкшего мыслить классическими представлениями с их наглядной интерпретацией явлений и процессов, происходящих в природе. С такой точки зрения современные представления о мире выглядят в какой-то мере "безумными". Но, тем не менее, современное естествознание показывает, что *в природе реализуется все, что не запрещено ее законами,* каким бы безумным и невероятным это ни казалось. В то же время современная картина мира достаточно проста и стройна, поскольку для ее понимания требуется не так много принципов и гипотез. Эти качества ей придают такие ведущие принципы построения и организации современного научного знания, как *системность, глобальный эволюционизм, самоорганизация и историчность.*

Системность отражает воспроизведение наукой того факта, что *Вселенная предстает перед нами как самая крупная из известных нам систем,* состоящая из огромного множества подсистем различного уровня сложности и упорядоченности. Эффект системности состоит в появлении у системы новых свойств, которые возникают благодаря взаимодействию ее элементов между собой. Другое ее важнейшее свойство – *иерархичность и субординация,* т.е. последовательное включение систем нижних уровней в

системы более высоких уровней, что отражает их *принципиальное единство*, так как каждый элемент системы оказывается связанным со всеми другими элементами и подсистемами. Именно такой принципиально единый характер демонстрирует нам Природа. Подобным же образом организуется и современное естествознание. В настоящее время можно утверждать, что практически вся современная картина мира пронизана и преобразована физикой и химией. Более того, **она включает в себя наблюдателя, от присутствия которого зависит наблюдаемая картина мира.**

Глобальный эволюционизм означает признание того факта, что Вселенная имеет эволюционный характер – *Вселенная и все, что в ней существует, постоянно развивается и эволюционирует*, т.е. в основе всего сущего лежат *эволюционные, необратимые процессы*. Это свидетельствует о *принципиальном единстве мира*, каждая составная часть которого есть историческое следствие эволюционного процесса, начатого Большим взрывом. Идея глобального эволюционизма позволяет также изучать все процессы, протекающие в мире, с единой точки зрения как составляющие общего мирового процесса развития. Поэтому основным объектом изучения естествознания становится единая неделимая самоорганизующаяся Вселенная, развитие которой определяется универсальными и практически неменяющимися законами Природы.

Самоорганизация – это способность материи к самоусложнению и созданию все более упорядоченных структур в ходе эволюции. По-видимому, образование все более сложных структур самой различной природы происходит по единому механизму, который является *универсальным* для систем всех уровней.

Историчность заключается в признании *принципиальной незавершенности* настоящей научной картины мира. И действительно, развитие общества, изменение его ценностных ориентаций, осознание важности исследования уникальности всей совокупности природных систем, в которые составной частью включен и человек, будут непрерывно менять стратегию научного поиска и наше отношение к миру, потому что весь окружающий нас мир находится в состоянии постоянного и необратимого исторического развития.

Одной из главных особенностей современной картины мира является ее **абстрактный характер** и **отсутствие наглядности**, особенно на фундаментальном уровне. Последнее обусловлено

тем, что на этом уровне мы познаем мир не с помощью чувств, а используя разнообразные приборы и устройства. При этом мы уже принципиально не можем игнорировать те физические процессы, с помощью которых получаем сведения об изучаемых объектах. В результате оказалось, что *мы не можем говорить об объективной реальности, существующей независимо от нас, как таковой*. Нам доступна лишь **физическая реальность** как часть объективной реальности, которую мы познаем с помощью опыта и нашего сознания, т.е. факты и числа, получаемые с помощью приборов. При углублении и уточнении системы научных понятий мы вынуждены все дальше уходить от чувственных восприятий и от понятий, которые возникли на их основе.

Данные современного естествознания все больше подтверждают, что реальный мир бесконечно многообразен. Чем глубже мы проникаем в тайны строения Вселенной, тем более многообразные и тонкие связи обнаруживаем.

Коротко сформулируем те черты, которые составляют основу современной естественно-научной картины мира.

- **Пространство и время в современной картине мира**

Суммируем кратко, как и почему изменялись и развивались наши, казалось бы, очевидные и интуитивные представления о пространстве и времени с физической точки зрения.

Уже в античном мире были выработаны первые материалистические представления о пространстве и времени. В дальнейшем они прошли сложный путь развития, особенно в XX в. *Специальная теория относительности* установила неразрывную связь пространства и времени, а *общая теория относительности* показала зависимость этого единства от свойств материи. С открытием расширения Вселенной и предсказанием черных дыр пришло понимание, что во Вселенной имеются состояния материи, в которых свойства пространства и времени должны кардинально отличаться от привычных нам в земных условиях.

Время часто сравнивают с рекой. Извечная река времени течет сама по себе строго равномерно. "Время течет" – таково наше ощущение времени, и в этот поток вовлечены все события. Опыт человечества показал, что *поток времени неизменен*: его нельзя ни ускорить, ни замедлить, ни обратить назад. Он кажется *независимым от событий* и выступает как ни от чего не зависящая *длительность*. Так возникло представление об *абсолютном вре-*

мени, которое, наряду с абсолютным пространством, где происходит движение всех тел, составляет основу классической физики.

Ньютон считал, что *абсолютное, истинное, математическое время*, взятое само по себе без отношения к какому-нибудь телу, протекает единообразно и равномерно. Общую картину мира, нарисованную Ньютоном, коротко можно выразить так: в бесконечном и абсолютном неизменном пространстве с течением времени происходит движение миров. Оно может быть весьма сложным, процессы на небесных телах разнообразны, но это никак не влияет на пространство – “сцену”, где разворачивается в неизменном времени драма событий Вселенной. Поэтому ни у пространства, ни у времени не может быть границ, или, образно говоря, река времени не имеет истоков (начала). В противном случае это бы нарушало принцип неизменности времени и означало бы “создание” Вселенной. Отметим, что уже философам-материалистам Древней Греции тезис о бесконечности мира представлялся доказанным.

В ньютоновской картине не возникало вопроса ни о структуре времени и пространства, ни о их свойствах. Кроме длительности и протяженности, у них других свойств не было. В этой картине мира такие понятия, как “сейчас”, “раньше” и “позже”, были абсолютно очевидными и понятными. Ход земных часов не изменится, если перенести их на любое космическое тело, а события, случившиеся при одинаковом показании часов где бы то ни было, надо считать синхронными для всей Вселенной. Поэтому можно использовать одни часы, чтобы установить однозначную хронологию. Однако, как только часы отдаляются на все большие расстояния L , возникают трудности из-за того, что скорость света c хоть и велика, но конечна. Действительно, если наблюдать за отдаленными часами, например, в телескоп, то мы заметим, что они отстают на величину L/c . Это отражает тот факт, что “единого мирового потока времени” просто нет.

Специальная теория относительности обнаружила еще один парадокс. При изучении движения со скоростями, сравнимыми со скоростью света, выяснилось, что река времени не так проста, как думали раньше. Эта теория показала, что понятия “сейчас”, “позже” и “раньше” имеют простой смысл только для событий, которые происходят недалеко друг от друга. Когда сравниваемые события происходят далеко, то эти понятия однозначны только в том случае, если сигнал, идущий со скоростью света, успел дойти

от места одного события до места, где произошло другое. Если это не так, то соотношение “раньше”–“позже” неоднозначно и зависит от состояния движения наблюдателя. То, что было “раньше” для одного наблюдателя, может быть “позже” для другого. Такие события не могут влиять друг на друга, т.е. не могут быть причинно связанными. Это обусловлено тем, что скорость света в пустоте всегда постоянна. Она не зависит от движения наблюдателя и является предельно большой. Ничто в природе не может двигаться быстрее света. Еще более удивительным оказалось то, что *течение времени зависит от скорости движения тела*, т.е. секунда на движущихся часах становится “длиннее”, чем на неподвижных. *Время течет тем медленнее, чем быстрее по отношению к наблюдателю движется тело.* Этот факт надежно измерен и в опытах с элементарными частицами, и в прямых опытах с часами на летящем самолете. Таким образом, свойства времени только казались неизменными. *Релятивистская теория установила неразрывную связь времени с пространством.* Изменение временных свойств процессов всегда связаны с изменением пространственных свойств.

Дальнейшее развитие понятие времени получило в общей теории относительности, которая показала, что на *темп времени влияет поле тяготения*. Чем сильнее гравитация, тем медленнее течет время по сравнению с его течением вдали от тяготеющих тел, т.е. *время зависит от свойств движущейся материи*. Наблюдаемое извне время на планете течет тем медленнее, чем она массивнее и плотнее. Этот эффект имеет абсолютный характер. Таким образом, время является локально неоднородным и на его ход можно оказывать влияние. Правда, наблюдаемый эффект обычно мал.

Теперь уже река времени скорее представляется текущей не везде одинаково и величаво: быстро в сужениях, медленно на плесах, разбитой на множество рукавов и ручейков с разной скоростью течения в зависимости от условий.

Теория относительности подтвердила философскую идею, согласно которой время лишено самостоятельной физической реальности и вместе с пространством является лишь необходимым средством наблюдения и познания окружающего мира разумными существами. Таким образом, концепция абсолютного времени как единого потока, равномерно текущего независимо от наблю-

дателя, была разрушена. **Абсолютного времени как оторванной от материи сущности нет**, но есть абсолютная скорость любого изменения и даже абсолютный возраст мироздания, рассчитанный учеными. Скорость света сохраняет свое постоянство даже в неоднородном времени.

Дальнейшие изменения в представлениях о времени и пространстве произошли в связи с открытием черных дыр и теории расширения Вселенной. Оказалось, что в сингулярности пространство и время перестают существовать в обычном смысле этого слова. Сингулярность – это место, где разрушается классическая концепция пространства и времени, так же как и все известные законы физики. *В сингулярности свойства времени кардинально изменяются и приобретают квантовые черты.* Как образно написал один из известнейших физиков современности С. Хокинг: “...непрерывный поток времени состоит из ненаблюдаемого истинно дискретного процесса, подобно рассматриваемому издали непрерывному потоку песка в песочных часах, хотя этот поток состоит из дискретных песчинок – река времени дробится здесь на неделимые капли...” (Хокинг, 1990).

Но нельзя считать, что сингулярность – это граница времени, за которой существование материи происходит уже вне времени. Просто здесь пространственно-временные формы существования материи приобретают совсем необычный характер, а многие привычные понятия становятся порой бессмысленными. Однако при попытке представить себе, что это такое, мы попадаем в затруднительное положение из-за особенностей нашего мышления и языка. “Здесь перед нами вырастает психологический барьер, связанный с тем, что мы не знаем, как воспринимать понятия пространства и времени на этом этапе, когда они еще не существовали в нашем традиционном понимании. У меня при этом появляется такое ощущение, как будто я внезапно попал в густой туман, в котором предметы теряют свои привычные очертания” (Б. Ловелл).

О характере законов природы в сингулярности пока только догадываются. Это передний край современной науки, и многое здесь будет еще уточняться. Время и пространство приобретают в сингулярности совсем другие свойства. Они могут быть квантовыми, могут иметь сложное топологическое строение и т.д. Но в настоящее время понять это детально не представляется возможным не только потому, что очень сложно, но и потому, что специалисты

сами не очень хорошо знают, что все это может означать, тем самым подчеркивая, что *наглядные интуитивные представления о времени и пространстве как неизменной длительности всего сущего правильны лишь в определенных условиях*. При переходе к другим условиям должны быть существенно изменены и наши представления о них.

- **Поле и вещество, взаимодействие**

Сформировавшиеся в рамках электромагнитной картины понятия *поля и вещества* получили дальнейшее развитие в современной картине мира, где содержание этих понятий существенно углубилось и обогатилось. Вместо двух видов полей, как в электромагнитной картине мира, теперь рассматривается четыре, при этом электромагнитное и слабое взаимодействия удалось описать единой теорией электрослабых взаимодействий. Все четыре поля на корпускулярном языке интерпретируются как фундаментальные бозоны (всего 13 бозонов). Каждый предмет природы является сложным образованием, т.е. имеет структуру (состоит из каких-либо частей). Вещество состоит из молекул, молекулы – из атомов, атомы – из электронов и ядер. Атомные ядра состоят из протонов и нейтронов (нуклонов), которые, в свою очередь, состоят из кварков и антикварков. Последние сами по себе – в свободном состоянии, не существуют и не имеют никаких отдельных частей, как электроны и позитроны. Но по современным представлениям они *потенциально* могут содержать в себе целые замкнутые миры, имеющие собственную внутреннюю структуру. В конечном счете *вещество состоит из фундаментальных фермионов – шести лептонов и шести кварков* (не считая антилептонов и антикварков).

В современной картине мира основным материальным объектом является вездесущее **квантовое поле**, переход его из одного состояния в другое меняет число частиц. Здесь уже нет *непроходимой границы между веществом и полем*. На уровне элементарных частиц постоянно происходят *взаимопревращения поля и вещества*.

Согласно современным взглядам *взаимодействие любого вида имеет своего физического посредника*. Такое представление основано на том, что скорость передачи воздействия ограничена фундаментальным пределом – скоростью света. Поэтому притяжение или отталкивание передается через вакуум. Упрощенную

современную модель процесса взаимодействия можно представить следующим образом. Заряд-фермион создает вокруг частицы поле, порождающее присутствие ему частицы-бозоны. По своей природе это поле близко к тому состоянию, которое физики приписывают вакууму. Можно сказать, что заряд возмущает вакуум, и это возмущение с затуханием передается на определенное расстояние. Частицы поля являются *виртуальными* – они существуют очень короткое время и в эксперименте не наблюдаются. Две частицы, оказавшись в радиусе действия своих зарядов, начинают обмениваться виртуальными частицами: одна частица испускает бозон и тут же поглощает идентичный бозон, испущенный другой частицей, с которой она взаимодействует. Обмен бозонами создает эффект притяжения или отталкивания между взаимодействующими частицами. Таким образом, каждой частице, участвующей в одном из фундаментальных взаимодействий, соответствует своя бозонная частица, переносящая это взаимодействие. *Каждому фундаментальному взаимодействию присущи свои переносчики-бозоны.* Для гравитации – это гравитоны, для электромагнитных взаимодействий – фотоны, сильное взаимодействие обеспечивается глюонами, слабое – тремя тяжелыми бозонами. Эти четыре типа взаимодействий лежат в основе всех других известных форм движения материи. Более того, имеются основания считать, что все фундаментальные взаимодействия не независимы, а могут быть описаны в рамках единой теории, которую называют **суперобъединением**. Это еще одно доказательство единства и целостности природы.

- **Взаимопревращения частиц**

Взаимопревращаемость – характерная черта субатомных частиц. Электромагнитной картине мира была присуща стабильность; недаром в ее основе лежат стабильные частицы – электрон, позитрон и фотон. Но *стабильные элементарные частицы – это исключение, а правилом является нестабильность.* Почти все элементарные частицы *нестабильны* – они самопроизвольно (спонтанно) распадаются и превращаются в другие частицы. Взаимопревращения происходят и при столкновениях частиц. Для примера покажем возможные превращения при столкновении двух протонов при различных (возрастающих) уровнях энергии:

$$\begin{aligned}
p + p &\rightarrow p + n + \pi^+, \\
p + p &\rightarrow p + \Lambda^0 + K^+, \\
p + p &\rightarrow p + \Sigma^+ + K^0, \\
p + p &\rightarrow n + \Lambda^0 + K^+ + \pi^+, \\
p + p &\rightarrow p + \Theta^0 + K^0 + K^+, \\
p + p &\rightarrow p + p + p + \bar{p}.
\end{aligned}$$

Здесь \bar{p} – антипротон.

Подчеркнем, что при столкновениях в действительности происходит *не расщепление частиц, а рождение новых частиц*; они рождаются за счет *энергии* сталкивающихся частиц. При этом возможны *не любые превращения частиц*. Способы преобразования частиц при столкновениях подчиняются определенным законам, которые могут быть использованы для описания мира субатомных частиц. В мире элементарных частиц действует правило: **разрешено все, что не запрещают законы сохранения**. Последние играют роль *правил запрета*, регулирующих взаимопревращения частиц. Прежде всего, это законы *сохранения энергии, импульса и электрического заряда*. Эти три закона объясняют стабильность электрона. Из закона сохранения энергии и импульса следует, что суммарная масса продуктов распада меньше массы покоя распадающейся частицы. Существует много специфических "зарядов", сохранение которых также регулируют взаимопревращения частиц: барионный заряд, четность (пространственная, временная и зарядовая), странность, очарование и др. Некоторые из них не сохраняются при слабых взаимодействиях. *Законы сохранения связаны с симметрией*, которая, как считают многие физики, является *отражением гармонии фундаментальных законов природы*. Видимо, не зря еще философы древности рассматривали симметрию как воплощение красоты, гармонии и совершенства. Можно даже сказать, что *симметрия в единстве с асимметрией правят миром*.

Квантовая теория показала, что вещество постоянно находится *в движении*, не оставаясь в состоянии покоя ни на мгновение. Это говорит о фундаментальной подвижности материи, ее динамизме. Материя не может существовать без движения и становления. *Частицы субатомного мира* активны не потому, что они очень быстро движутся, но потому, что они – *процессы сами по себе*.

Поэтому говорят, что *вещество имеет динамическую природу*, а составные части атома, субатомные частицы, существуют не в виде самостоятельных единиц, а в виде неотъемлемых компонентов неразрывной сети взаимодействий. Эти взаимодействия питает бесконечный поток энергии, проявляющийся в обменах частицами, динамическом чередовании стадий созидания и разрушения, а также в беспрестанных изменениях энергетических структур. В результате взаимодействий образуются устойчивые единицы, из которых и состоят материальные тела. Эти единицы также ритмически колеблются. Все субатомные частицы имеют релятивистскую природу, и их свойства невозможно понять *вне их взаимодействий*. Все они неразрывно связаны с окружающим их пространством, и не могут рассматриваться в отрыве от него. С одной стороны, частицы оказывают влияние на пространство, с другой – они являются не самостоятельными частицами, а, скорее, сгустками поля, пронизывающими пространство. Изучение субатомных частиц и их взаимодействий открывает нашему взору не мир хаоса, а в высшей степени упорядоченный мир, несмотря на то, что в этом мире безраздельно властвует ритм, движение и непрестанное изменение.

Динамическая природа мироздания проявляется не только на уровне бесконечно малого, но и при изучении астрономических явлений. Мощные телескопы помогают ученым следить за непрерывным движением вещества в космосе. Вращающиеся облака газообразного водорода, сгущаясь, уплотняются и постепенно превращаются в звезды. При этом температура их сильно возрастает, они начинают светиться. Со временем водородное топливо выгорает, звезды увеличиваются в размерах, расширяются, затем сжимаются и заканчивают свою жизнь гравитационным коллапсом, при этом некоторые из них превращаются в черные дыры. Все эти процессы происходят в различных уголках расширяющейся Вселенной. Таким образом, *вся Вселенная вовлечена в бесконечный процесс движения* или, говоря словами восточных философов, в постоянный космический танец энергии.

- **Вероятность в современной картине мира**

Механическая и электромагнитные картины мира построены на динамических закономерностях. **Вероятность** там допускается лишь в связи с *неполнотой наших знаний*, подразумевая, что с ростом знаний и уточнением деталей вероятностные законы

уступят место динамическим. В современной картине мира ситуация принципиально иная – здесь *фундаментальными являются вероятностные закономерности*, несводимые к динамическим. Нельзя точно предсказать, какое превращение частиц произойдет, можно говорить только о вероятности того или иного превращения; нельзя предсказать момент распада частицы и т.д. Но это не означает, что атомные явления протекают совершенно произвольным образом. Поведение любой части целого обусловлено ее многочисленными связями с последним, а поскольку об этих связях мы, как правило, не знаем, нам приходится от классических понятий причинности перейти к представлениям о статистической причинности.

Законы атомной физики имеют природу статистических закономерностей, согласно которым вероятность атомных явлений определяется динамикой всей системы. Если в классической физике свойства и поведение целого определяются свойствами и поведением его отдельных частей, то в квантовой физике все обстоит совершенно иначе: *поведение частей целого определяется самим целым*. В современной картине мира *случайность стала принципиально важным атрибутом*; она выступает здесь в диалектической взаимосвязи с необходимостью, что и предопределяет фундаментальность вероятностных закономерностей. *Случайность и неопределенность лежат в основе природы вещей*, поэтому язык вероятности стал нормой при описании физических законов. Господство вероятности в современной картине мира подчеркивает ее диалектичность, а стохастичность и неопределенность являются важными атрибутами современного рационализма.

- **Физический вакуум**

Фундаментальные бозоны представляют возбуждения силовых полей. Когда все поля находятся в основном (невозбужденном) состоянии, то говорят, что это и есть *физический вакуум*. В прежних картинах мира вакуум рассматривался просто как *пустота*. В современной – это не пустота в обычном смысле, а *основное состояние физических полей*, вакуум ”заполнен” *виртуальными частицами*. Понятие ”*виртуальная частица*” тесно связано с соотношением неопределенностей для энергии и времени. Она принципиально отличается от обычной частицы, которую можно наблюдать в эксперименте.

Виртуальная частица существует столь малое время Δt , что

определяемая соотношением неопределенностей энергия $\Delta E = \hbar/\Delta t$ оказывается достаточной для "рождения" массы, равной массе виртуальной частицы. Эти частицы появляются сами по себе и тут же исчезают, считается, что они не требуют затрат энергии. По замечанию одного из физиков, виртуальная частица ведет себя как кассир-мошенник, регулярно успевающий вернуть взятые из кассы деньги, прежде чем это заметят. В физике мы не так редко встречаемся с вполне реально существующим, но до случая себя не проявляющим. Например, атом в основном состоянии не испускает излучения. Значит, если на него не действовать, он останется ненаблюдаемым. Говорят, что виртуальные частицы ненаблюдаемы. Но они ненаблюдаемы до тех пор, пока на них определенным образом не подействовать. Когда же они сталкиваются с реальными частицами, имеющие соответствующую энергию, то происходит рождение реальных частиц, т.е. виртуальные частицы превращаются в реальные.

Физический вакуум представляет собой пространство, в котором рождаются и уничтожаются виртуальные частицы. В этом смысле физический вакуум обладает определенной энергией, соответствующей энергии основного состояния, которая постоянно перераспределяется между виртуальными частицами. Но *воспользоваться энергией вакуума мы не можем*, потому что это самое низкое энергетическое состояние полей, соответствующее самой минимальной энергии (меньше быть не может). При наличии внешнего источника энергии можно реализовать возбужденные состояния полей – тогда будут наблюдаться обычные частицы. С этой точки зрения обычный электрон теперь представляется как бы окруженным "облаком" или "шубой" виртуальных фотонов. Обычный фотон движется "в сопровождении" виртуальных электрон-позитронных пар. Рассеяние электрона на электроне можно рассматривать как обмен виртуальными фотонами. Точно так же каждый нуклон окружен облаками мезонов, которые существуют очень недолго.

При некоторых обстоятельствах виртуальные мезоны могут превратиться в реальные нуклоны. Виртуальные частицы спонтанно возникают из пустоты и снова в ней растворяются, даже если поблизости нет других частиц, которые могут участвовать в сильных взаимодействиях. Это также свидетельствует о *неразрывном единстве вещества и пустого пространства*. Вакуум содержит

бесчисленное множество беспорядочно возникающих и исчезающих частиц. Связь между виртуальными частицами и вакуумом имеет *динамическую природу*; образно говоря, вакуум есть "живая пустота" в полном смысле этого слова, в его пульсациях берут начало бесконечные ритмы рождений и разрушений.

Как показывают эксперименты, виртуальные частицы в вакууме вполне реально воздействуют на реальные объекты, например, на элементарные частицы. Физики знают, что отдельные виртуальные частицы вакуума невозможно обнаружить, но их суммарное воздействие на обычные частицы опыт замечает. Все это соответствует принципу наблюдаемости.

Многие физики считают открытие *динамической сущности вакуума* одним из важнейших достижений современной физики. Из пустого вместилища всех физических явлений пустота превратилась в динамическую сущность огромной важности. Физический вакуум принимает непосредственное участие в формировании качественных и количественных свойств физических объектов. Такие свойства, как спин, масса, заряд, проявляются именно при взаимодействии с вакуумом. Поэтому любой *физический объект в настоящее время рассматривается как момент, элемент космической эволюции Вселенной, а вакуум считается мировым материальным фоном*. Современная физика демонстрирует, что на уровне микромира материальные тела не имеют собственной сущности, они являются неразрывно связанными со своим окружением: их свойства могут восприниматься только в терминах их воздействий с окружающим миром. Таким образом, *неразрывное единство мироздания проявляется не только в мире бесконечно малого, но и в мире сверхбольшого* – этот факт получает признание в современной физике и космологии.

В отличие от предыдущих картин мира, современная естественно-научная картина рассматривает мир на существенно более глубоком, более фундаментальном уровне. Атомистическая концепция присутствовала во всех прежних картинах мира, но только в XX в. удалось создать теорию атома, позволившую объяснить периодическую систему элементов, образование химической связи и т.д. Современная картина объяснила мир микроявлений, исследовала необычные свойства микрообъектов и радикальным образом воздействовала на наши представления, которые выработывались веками, заставила кардинально пересмотреть их

и решительно порвать с некоторыми традиционными взглядами и подходами.

Все прежние картины мира страдали метафизичностью; они исходили из четкого разграничения всех исследуемых сущностей, стабильности, статичности. Сначала преувеличивалась роль механических движений, все сводилось к законам механики, затем – к электромагнетизму. Современная картина мира порвала с такой ориентацией. В ее основе лежат *взаимопревращения, игра случая, многообразие явлений*. Основанная на вероятностных законах, современная картина мира диалектична; она значительно точнее, чем прежние картины, отражает диалектически противоречивую действительность.

Раньше вещество, поле и вакуум рассматривали отдельно. *В современной картине мира вещество, как и поле, состоит из элементарных частиц, которые взаимодействуют друг с другом, взаимопревращаются*. Вакуум "превратился" в одну из разновидностей *материи* и "состоит" из виртуальных частиц, взаимодействующих друг с другом и с обычными частицами. Таким образом, исчезает граница между веществом, полем и вакуумом. *На фундаментальном уровне все грани в природе действительно оказываются условными*.

В современной картине мира физика тесно объединяется с другими естественными науками – она фактически сливается с химией и выступает в тесном союзе с биологией; недаром эту картину мира называют естественно-научной. Для нее характерно стирание всех и всяческих граней. Здесь пространство и время выступают как единый пространственно-временной континуум, масса и энергия взаимосвязаны, волновое и корпускулярное движение объединяются и образуют единый объект, вещество и поле взаимопревращаются. Исчезают границы между традиционными разделами внутри самой физики, а, казалось бы, такие далекие дисциплины, как физика элементарных частиц и астрофизика, оказываются настолько связанными, что многие говорят о революции в космологии.

Мир, в котором мы живем, состоит из разномасштабных открытых систем, развитие которых подчиняется общим закономерностям. При этом он имеет свою историю, в общих чертах известную современной науке, начиная от Большого взрыва. Науке известны не только "даты", но и во многом сами механизмы эволюции Вселенной от Большого взрыва до наших дней. Краткая хронология

20 млрд лет назад	Большой взрыв
3 минуты спустя	Образование вещественной основы Вселенной
Через несколько сотен лет	Появление атомов (легких элементов)
19-17 млрд лет назад	Образование разномасштабных структур (галактик)
15 млрд лет назад	Появление звезд первого поколения, образование тяжелых атомов
5 млрд лет назад	Рождение Солнца
4,6 млрд лет назад	Образование Земли
3,8 млрд лет назад	Зарождение жизни
450 млн лет назад	Появление растений
150 млн лет назад	Появление млекопитающих
2 млн лет назад	Начало антропогенеза

Таблица 9.1.

наиболее важных событий приведена в таблице 9.1 (взята из книги [3]). Здесь мы обратили внимание в первую очередь на данные физики и космологии, потому что именно эти фундаментальные науки формируют общие контуры научной картины мира.

9.2. Смена естественно-научной традиции

...Разум есть способность видеть связь общего с частным.

И. Кант

Достижения естествознания, и прежде всего физики, в свое время убедили человечество, что окружающий нас мир можно объяснить и предсказать его развитие, абстрагируясь от Бога и человека. Лапласовский детерминизм сделал человека сторонним наблюдателем, для него было создано отдельное – гуманитарное знание. В результате *все прежние картины мира создавались как бы извне*: исследователь изучал окружающий мир отстраненно, вне связи с собой, в полной уверенности, что можно исследовать явления, не нарушая их течения. Н. Моисеев пишет: "В науке прошлого с ее стремлением к прозрачным и ясным схемам, с ее глубокой убежденностью, что мир в своей основе достаточно прост, человек превратился в стороннего наблюдателя, изучающего мир "извне". Возникло странное противоречие – человек все же существует, но существует как бы сам по себе. А космос, природа – тоже сами по себе. И объединились они, если это можно назвать объединением, только на основе религиозных воззрений". (Моисеев, 1988.)

В процессе создания современной картины мира эта традиция решительно ломается. Она сменяется принципиально иным подходом к изучению природы; теперь научная картина мира создается уже не "извне", а "изнутри", *сам исследователь становится неотъемлемой частью создаваемой им картины*. Об этом хорошо сказал В. Гейзенберг: "В поле зрения современной науки прежде всего – сеть взаимоотношений человека с природой, те связи, в силу которых мы, телесные существа, представляем собой часть природы, зависящую от других ее частей, и в силу которых сама природа оказывается предметом нашей мысли и действия только вместе с человеком. Наука уже не занимает позиции только наблюдателя природы, она осознает себя как частный вид взаимодействия человека с природой. Научный метод, сводившийся к изоляции, аналитическому объединению и упорядочению, натолкнулся на свои границы. Оказалось, что его действие изменяет и преобразует предмет познания, вследствие чего сам метод уже не может быть отстранен от предмета. В результате, естественно-научная картина мира, по-существу, перестает быть только естественно-научной." (Гейзенберг, 1987.)

Таким образом, **познание природы предполагает присутствие человека**, и надо ясно осознавать, что мы, как выразился Н. Бор, не только зрители спектакля, но одновременно и действующие лица драмы. Необходимость отказа от существующей естественно-научной традиции, когда человек отстранился от природы и мысленно бесконечно детально готов был ее препарировать, хорошо осознавал уже 200 лет назад Гете:

Во всем подслушать жизнь стремясь,
Спешат явленья обездушить,
Забыв, что если в них нарушить
Одушевляющую связь,
То больше нечего и слушать. ("Фауст".)

Особенно ярко новый подход к исследованию природы продемонстрировал В. Вернадский, создавший учение о **ноосфере – сфере Разума** – биосфере, развитие которой целенаправленно управляется человеком. В. Вернадский рассматривал человека как важнейшее звено в эволюции природы, который не только подвергается влиянию природных процессов, но и, будучи носителем разума, способен *целенаправленно воздействовать* на эти процессы. Как отмечает Н. Моисеев, "учение о ноосфере оказалось

как раз тем звеном, которое позволило связать картину, рожденную современной физикой, с общей панорамой развития жизни – не только биологической эволюции, но и общественного прогресса... Очень многое нам еще не ясно и скрыто от нашего взора. Тем не менее сейчас перед нами разворачивается грандиозная гипотетическая картина процесса самоорганизации материи от Большого взрыва до современного этапа, когда материя познает себя, когда ей становится присущ разум, способный обеспечить ее целенаправленное развитие”. (Моисеев, 1988.)

9.3. Современный рационализм

В XX в. физика возвысилась до уровня науки об основах бытия и его становления в живой и неживой природе. Но это не означает, что все формы существования материи сводятся к физическим основаниям, речь идет о принципах и подходах к моделированию и освоению целостного мира человеком, который и сам является его частью, и осознает себя таковым. Мы уже отмечали, что *в основе всякого научного знания лежит рациональное мышление*. Развитие естествознания привело к новому пониманию *научной рациональности*. Согласно Н. Моисееву, различают: **классический рационализм**, т.е. классическое мышление, – когда человек “задает” вопросы Природе, а Природа отвечает, как она устроена; **неклассический (квантово-физический) или современный рационализм** – человек задает Природе вопросы, но ответы уже зависят не только от того, как она устроена, но и от способа постановки этих вопросов (относительность к средствам наблюдения). Пробивает дорогу третий тип рациональности – **постнеклассическое или эволюционно-синергетическое мышление**, когда ответы зависят и от того, как был задан вопрос, и от того, как устроена Природа, и какова ее предыстория. Сама же постановка вопроса человеком зависит от уровня его развития, его культурных ценностей, которые, по сути, определяются всей историей цивилизации.

- **Классический рационализм**

Рационализм есть система взглядов и суждений об окружающем мире, которая основывается на выводах и логических заключениях разума. При этом не исключается влияние эмоций, интуитивных прозрений и т.п. Но всегда можно отличить

рациональный образ мышления, рациональные суждения от иррациональных. Истоки рационализма как образа мышления лежат в глубокой древности. Весь строй античного мышления был рационалистичен. Рождение современного научного метода связывают с революцией Коперника–Галилея–Ньютона. В этот период подверглись коренному слоому взгляды, утвердившиеся со времен античности, сформировалось понятие современной науки. Именно отсюда родился научный метод формирования утверждений о природе взаимосвязей в окружающем мире, который опирается *на цепочки логических заключений и эмпирический материал*. В результате сформировался образ мышления, который теперь называют *классическим рационализмом*. В его рамках утвердился не только научный метод, но и целостное миропонимание – некая целостная картина мироздания и процессов, которые в нем происходят. В ее основе лежало представление о Вселенной, возникшее после революции Коперника–Галилея–Ньютона. После сложной схемы Птолемея Вселенная предстала в своей удивительной простоте, законы Ньютона оказались простыми и понятными. Новые воззрения объяснили, почему все происходит так, а не иначе. Но со временем эта картина усложнилась.

В XIX в. мир уже предстал перед людьми как некий сложный механизм, который однажды был когда-то и кем-то запущен и который действует по вполне определенным, раз и навсегда начертанным и познаваемым законам. В результате возникла **вера в неограниченность знаний**, которая была основана на успехах науки. Но в этой картине самому человеку места не оказалось. В ней он был лишь только **наблюдатель**, не способный влиять на всегда определенный ход событий, но способный регистрировать происходящие события, устанавливать связи между явлениями, другими словами, познавать законы, управляющие этим механизмом и, таким образом, предугадывать возникновение тех или иных событий, оставаясь посторонним наблюдателем всего, что происходит во Вселенной. Таким образом, *человек эпохи Просвещения – всего лишь посторонний наблюдатель* того, что происходит во Вселенной. Для сравнения вспомним, что в античной Греции человек приравнивался к богам, он был в силах вмешиваться в происходящие вокруг него события.

Но человек – не просто наблюдатель, *он способен познавать Истину* и ставить ее на службу самому себе, предсказывая ход

событий. Именно в рамках рационализма возникло представление об **Абсолютной истине**, т.е. о том, что *есть на самом деле* – что от человека не зависит. Убежденность в существовании *Абсолютной истины* позволила Ф. Бэкону сформулировать знаменитый тезис о покорении Природы: *знания человеку нужны для того, чтобы ставить себе на службу силы Природы*. Изменять законы Природы человек не в состоянии, но заставить их служить человечеству он может. Таким образом, у науки появилась цель – умножать силы человеческие. Природа теперь представляется неисчерпаемым резервуаром, предназначенным для того, чтобы удовлетворять его безгранично растущие потребности. **Наука становится средством покорения Природы**, источником человеческой активности. Такая парадигма в конечном счете и привела человека на край пропасти.

Классический рационализм установил возможности познания законов Природы и их использования для утверждения могущества человека. Одновременно появились представления о *запретах*. Оказалось, что существуют и различные ограничения, непреодолимые **принципиально**. Такими ограничениями является, прежде всего, *закон сохранения энергии*, который носит *абсолютный характер*. Энергия может переходить из одной формы в другую, но не может возникать из ничего и не может исчезать. Отсюда вытекает невозможность создания вечного двигателя – это не технические трудности, а **запрет Природы**. Другой пример – *второй закон термодинамики* (закон о неубывании энтропии). **В рамках классического рационализма человек осознает не только свое могущество, но и собственную ограниченность**. Классический рационализм – детище европейской цивилизации, его корни уходят в античный мир. Это величайший прорыв человечества, открывший горизонты современной науки. **Рационализм – есть некий образ мышления**, чье влияние испытали на себе и философия, и религия.

В рамках рационализма сложился один из важнейших подходов к изучению сложных явлений и систем – **редукционизм**, суть которого состоит в том, что, *зная свойства отдельных элементов, составляющих систему, и особенности их взаимодействия, можно предсказать свойства всей системы*. Другими словами, свойства системы выводятся из свойств элементов и структуры взаимодействия и являются их следствием. Таким обра-

зом, изучение свойств системы сводят к изучению взаимодействия отдельных ее элементов. Это и составляет основу редукционизма. При таком подходе решено множество важнейших проблем естествознания, он часто дает хорошие результаты. Когда говорят слово “редукционизм”, то имеют в виду также и попытки заменить исследование сложного реального явления некоторой сильно упрощенной моделью, его наглядной интерпретацией. Построение такой модели – достаточно простой для изучения ее свойств и одновременно отражающей определенные и важные свойства для исследования реальности, всегда является искусством, и каких-либо общих рецептов наука предложить не может. Идеи редукционизма оказались весьма плодотворными не только в механике и физике, но и в химии, биологии и других областях естествознания. Классический рационализм и идеи редукционизма, сводящие изучение сложных систем к анализу отдельных их составляющих и структуры их взаимодействий, представляют важный этап в истории не только науки, но и всей цивилизации. Именно им в первую очередь обязано современное естествознание своими основными успехами. Они были необходимым и неизбежным этапом развития естествознания и истории мысли, но, будучи плодотворными в определенных сферах, эти идеи оказались не универсальными.

Несмотря на успехи рационализма и связанное с ним бурное развитие естественных наук, рационализм как образ мышления и основа миропонимания не превратился в некую универсальную веру. Дело в том, что в любом научном анализе присутствуют *элементы чувственного начала, интуиции* исследователя и далеко не всегда чувственное переводится в логическое, так как при этом теряется часть информации. Наблюдение за природой и успехи естествознания постоянно стимулировали рационалистическое мышление, которое, в свою очередь, способствовало развитию естествознания. Сама реальность (т.е. воспринимаемый человеком окружающий мир) порождала рациональные схемы. Они рождали методы и формировали методологию, которая и становилась инструментом, позволявшим рисовать картину мира.

Разделение духа и материи – наиболее слабое место в концепции классического рационализма. Кроме этого, он привел к тому, что в сознании ученых глубоко укоренилась убежденность в том, что окружающий мир *прост*: он прост потому, что такова реальность, а любая сложность от нашего неумения связать наблюдае-

мое в простую схему. Именно эта простота позволяла строить рациональные схемы, получать практически важные следствия, объяснять происходящее, строить машины, облегчать жизнь людей и т.д. В основе простоты реальности, которую изучало естествознание, лежали такие, казалось, "очевидности", как представления об универсальности времени и пространства (время всюду и всегда течет одинаково, пространство однородно) и т.п. Не всегда эти представления могли быть объяснены, но они всегда казались простыми и понятными, как говорят, само собой разумеющимися и не нуждающимися в обсуждении. Ученые были убеждены, что это есть аксиомы, раз и навсегда определенные, потому что в реальности происходит так, а не иначе. Классическому рационализму была присуща *парадигма абсолютного знания*, которое утверждалось всей эпохой Просвещения.

- **Современный рационализм**

В ХХ в. от этой простоты, от того, что казалось *само собой разумеющимся и понятным*, пришлось отказаться и принять, что мир устроен гораздо сложнее, что все может быть совсем иначе, чем привыкли думать ученые, опираясь на реальность окружающего, что классические представления – всего лишь **частные случаи** того, что *может быть на самом деле*.

Существенный вклад в это внесли и русские ученые. Основатель русской школы физиологии и психиатрии И. Сеченов постоянно подчеркивал, что человека можно познать только в единстве его плоти, души и Природы, которая его окружает. Постепенно в сознании научного сообщества утверждалось *представление о единстве окружающего мира, о включенности человека в Природу, о том, что человек и Природа представляют собой нерасторжимое единство. Человека нельзя мыслить только наблюдателем – он сам действующий субъект системы*. Такое мировосприятие русской философской мысли называют *русским космизмом*.

Одним из первых, кто способствовал разрушению *естественной простоты* окружающего мира, был Н. Лобачевский. Он открыл, что кроме геометрии Евклида могут существовать и другие непротиворечивые и логически стройные геометрии – неевклидовы геометрии. Это открытие означало, что ответ на вопрос, какова геометрия реального мира, вовсе не прост, и что она может быть отличной от евклидовой. На этот вопрос должна ответить экспе-

риментальная физика.

В конце XIX в. было разрушено еще одно из основополагающих представлений классического рационализма – закон сложения скоростей. Также было показано, что скорость света не зависит от того, направлен световой сигнал вдоль скорости движения Земли или против (эксперименты Майкельсона–Морли). Чтобы это как-то интерпретировать, пришлось признать как аксиому существование *предельной скорости распространения любого сигнала*. В начале XX в. рухнул еще целый ряд опор классического рационализма, среди которых особое значение имело изменение представления об одновременности. Все это привело к окончательному крушению обыденности и *очевидности*.

Но это не означает крушение рационализма. Рационализм перешел в новую форму, которую называют теперь **неклассическим** или **современным рационализмом**. Он разрушил кажущуюся простоту окружающего мира, привел к крушению обыденности и очевидности. В результате прекрасная в своей простоте и логичности картина мира *теряет свою логичность* и, главное, – **наглядность**. Очевидное перестает быть не только просто понятным, а иногда и просто *неверным*: очевидное становится невероятным. Научные революции XX в. привели к тому, что человек уже готов к встрече с новыми сложностями, новыми невероятностями, еще более не соответствующими реальности и противоречащими обычному здравому смыслу. Но рационализм остается рационализмом, так как в основе картин мира, создаваемых человеком, остаются схемы, созданные его разумом на основе эмпирических данных. Они остаются рациональной или логически строгой интерпретацией опытных данных. Только современный рационализм приобретает более раскрепощенный характер. Запретов на то, *что этого не может быть*, становится меньше. Но зато исследователю чаще приходится задумываться над смыслом тех понятий, которые до сих пор казались очевидными.

Новое понимание места человека в Природе начало формироваться с 20-х годов XX в. с появлением квантовой механики. Она наглядно продемонстрировала то, что Э. Кант и И. Сеченов давно подозревали, а именно *принципиальную неразделимость объекта исследования и изучающего этот объект субъекта*. Она объяснила и показала на конкретных примерах, что опора на гипотезу о возможности разделения субъекта и объекта, которая

казалась очевидной, никаких знаний не несет. Оказалось, что мы, люди, тоже являемся не просто *зрителями*, но и *участниками мирового эволюционного процесса*.

Научное мышление очень консервативно, и утверждение новых взглядов, формирование нового отношения к научным знаниям, представлениям об истине и новой картине мира проходили в научном мире медленно и непросто. Однако при этом старое полностью не отбрасывается, не перечеркивается, ценности классического рационализма и сейчас сохраняют свое значение для человечества. Поэтому современный рационализм – это новый синтез обретенных знаний или новых эмпирических обобщений, это попытка расширить традиционное понимание и включить схемы классического рационализма в качестве удобных интерпретаций, годных и полезных, но только в определенных и весьма ограниченных рамках (годных для решения почти всей повседневной практики). Тем не менее это расширение **абсолютно фундаментально**. Оно заставляет видеть мир и человека в нем в совершенно ином свете. К нему надо привыкнуть, и это требует немалых усилий.

Таким образом, первоначальная система взглядов на устройство окружающего мира постепенно усложнялась, исчезало первоначальное представление о простоте картины мира, его структуре, геометрии, представлениях, которые возникли в эпоху Просвещения. Но происходило не только усложнение: многое из того, что раньше представлялось очевидным и обыденным, оказалось на самом деле просто неверным. Осознать это было наиболее трудным. Исчезло разграничение между материей и энергией, между материей и пространством. Они оказались связанными с характером движения.

Не надо забывать, что *все отдельные представления – это части единого неразрывного целого, а наши определения их являются крайне условными*. А отделение человека-наблюдателя от объекта исследования вовсе не универсально, оно тоже условно. Это всего лишь удобный прием, хорошо работающий в определенных условиях, а не универсальный метод познания. Исследователь начинает привыкать, что в природе все может происходить самым невероятным, алогичным образом, потому что в действительности все между собой каким-то образом связано. Не всегда понятно как, но связано. И человек тоже погружен в эти связи. В основе современного рационализма лежит утверждение (или постулат

системности, согласно Н.Моисееву): **Вселенная, Мир представляют собой некую единую систему (Универсум), все элементы явления которой так или иначе связаны между собой.** Человек выступает неотделимой частью Универсума. Это утверждение не противоречит нашему опыту и нашим знаниям и является эмпирическим обобщением.

Современный рационализм качественно отличается от классического рационализма XVIII в. не только тем, что вместо классических представлений Евклида и Ньютона пришло гораздо более сложное видение мира, в котором классические представления являются приближенным описанием очень частных случаев, относящихся преимущественно к макромиру. Основное отличие состоит в понимании **принципиального отсутствия внешнего Абсолютного наблюдателя**, которому постепенно открывается Абсолютная Истина, равно как отсутствие самой *Абсолютной Истины*. С точки зрения современного рационализма *исследователь и объект связаны нерасторжимыми узами*. Это экспериментально доказано в физике и естествознании в целом. Но при этом рационализм продолжает оставаться рационализмом, ибо логика была и остается **единственным** средством построения умозаключений.

9.4. Наука и искусство – два способа познания мира

...Чутье художника стоит иногда мозгов ученого, и то и другое имеет одни цели, одну природу и что, может быть, со временем при совершенствовании методов им суждено слиться...

А. Чехов

Мы уже отмечали, что наука – мощный и практически незаменимый метод познания мира, хотя и не единственный. Стремление к познанию окружающего мира объективно обусловлено важнейшей задачей *разумно использовать природу, разумно организовать общество и вообще выработать целесообразное поведение, которое обеспечивает жизнь человеческого рода*. Велика роль науки в *прогнозировании и планировании* того, что может случиться. Эта потребность была, есть и будет обязательным условием существования человечества.

В течение многих столетий люди всегда считали именно свою эпоху временем небывалого расцвета и триумфа науки. Они с

удивлением и гордостью рассматривали свою науку как знание, достигшее чуть ли не высшей ступени. Наше время не исключение. До сих пор рост науки описывается экспоненциальной зависимостью, которая показывает, что число ученых, число публикуемых научных работ, материальные затраты и т.п. удваиваются через каждые 15–20 лет, т.е. в пределах формирования нового поколения. Другими словами, за это время новых знаний появляется столько, сколько их было накоплено за всю предшествующую историю человечества.

Рассматривая познание мира в историческом развитии, можно увидеть неуклонное возрастание роли научного, точного знания. Этот процесс начался в незапамятные времена и привел к представлениям рационалистов XVII–XVIII вв. Именно тогда был поставлен вопрос о **возможности познания мира** в рамках строго научных, неопровержимых, *логически взаимно обусловленных понятий и связей*. В современном мире значение точного знания, существенно опирающегося на *формальную логику*, так выросло, что формально-логические методы иногда абсолютизируются. Часто достоверным считается только такое утверждение, которое может быть строго логически доказано, а науку, не основанную на этом методе, многие вообще не считают наукой. Люди "точных" наук убеждены, что, исходя из строго сформулированных основных положений и в дальнейшем примененных последовательно (в рамках системы законов формальной логики), можно прийти только к одному-единственному и потому правильному выводу.

Наука осваивает мир в понятиях. Оперирование понятиями позволяет выполнять науке познавательные функции: описание, объяснение и предсказание явлений. Поэтому каждая наука имеет собственный язык. Всякое научное познание характеризуется доказательностью и системностью. Эти качества отличают научное познание от обыденного. В основе системности доказательности лежит *логическая взаимосвязь научных понятий и суждений*.

В точных науках широко используется дедуктивный метод исследования: сначала дают строгое определение понятий, которые используются в дальнейшем, затем формулируют правила действий с ними, а также постулируют некоторые основные связывающие их соотношения. После этого в процессе исследования применяются лишь *логические операции*. Исходные положения (определения и постулаты) предполагаются "правильными", т.е. соответствующими истинным свойствам тех природных объектов,

которые изучает данная наука. Но, строго говоря, эти исходные положения являются *гипотетическими*. Их выбор представляет собой действие, лежащее *вне логики*, а их правильность подтверждается лишь успехами науки, построенной таким образом. Значит, в науке используются как *формально-логические элементы*, так и *внелогические*.

Возникает естественный вопрос о *соотношении логического и внелогического* в процессе познания. Успехи точных наук столь велики, что понимание *принципиальной* необходимости обоих элементов распространено недостаточно широко, и логический элемент обычно превалирует над внелогическим (последнее нередко считается чем-то второстепенным). Однако внимательный анализ показывает, что необходимость во внелогическом элементе возникает в любой науке, как только мы хотим сопоставить с реальными процессами в мире результаты, получаемые с помощью математического аппарата, а также аксиоматические положения, на которых этот аппарат строится. **Вера** в то, что логически возможное обязательно связано с реальным миром, свойственна большинству физиков и математиков.

В гуманитарных науках внелогический элемент более значителен. Однако непроходимой границы между естественными и гуманитарными науками нет. Например, Н. Вавилов предложил основывать выводы науки о культурных растениях на анализе их названий. Именно здесь наглядно обнаруживается отсутствие реальных границ между гуманитарными и естественными науками. Здесь нужно быть или ботаником, или генетиком, проникшим в языковые тайны, либо лингвистом, профессионально изучающим географию растений. Метод совместного изучения языка и материальной культуры применяется не только к исследованию названий растений, но и слов, обозначающих сельскохозяйственные орудия. На этом пути была установлена связь языка и истории культурных растений и получены важные выводы по некоторым вопросам истории, позволившие понять культурное прошлое человечества.

Внелогический элемент В. Вернадский называл *эмпирическим обобщением*. Его смысл состоит в том, что в качестве отправных позиций для любого анализа должны использоваться утверждения, согласные, т.е. не противоречащие, эмпирическим данным – опыту, приобретенному в практической деятельности. Следование этому принципу позволяет повысить вероятность реализации

предполагаемого развития событий, но, очевидно, не дает гарантий, что выводы, полученные на основе эмпирических обобщений, будут обладать абсолютной достоверностью. *Эмпирическое обобщение* есть тоже некая *интерпретация*.

Рассмотрим пример такого утверждения: **мир, вся окружающая нас природа принимается как реально существующая**. Доказать подобное утверждение невозможно, его либо можно принять, либо отвергнуть (как и нельзя доказать или опровергнуть существование Бога). Данное утверждение можно рассматривать в качестве аксиомы. В основе *рационалистического миропонимания* лежит **вера** в то, что наши *эмпирические обобщения нас не обманывают*. Мир (или Универсум) действительно существует *на самом деле*, а не в нашем воображении, как считают позитивисты, а логические выводы, которые мы делаем на их основе, позволяют служить благу человека. Другим примером использования внелогического рассуждения является высказывание *обобщающих суждений*. Например, справедливость неевклидовой геометрии для физического мира устанавливается не логически, а изучением и обобщением опытных фактов, т.е. в результате испытания критерием практики. Истинность таких положений устанавливается путем сравнения с опытом, который всегда, вообще говоря, ограничен.

Таким образом, дополняя формальную логику критерием опытной проверки, критерием практики, и оценивая в процессе этой проверки с помощью внелогического суждения достаточность оснований для обобщающего вывода, мы можем познавать окружающую нас природу. Значит, всякая научная система в области точного знания, претендующая на описание реально существующего мира, содержит два важнейших элемента: не только *строгое логическое доказательство*, но и *интуитивное усмотрение (в смысле интуиции-суждения)*. Мы постигаем мир не только с помощью логики, которая позволяет делать строгие заключения и способна создавать рациональные конструкции на основе эмпирических данных, но и благодаря интуитивному, чувственному, алогичному (нелогичному) восприятию мира. Интуиция является не менее важным каналом познания мира. По-видимому, сама природа почему-то “распорядилась” таким образом, чтобы уравнивать эти две стороны нашего “я”, которые находятся в разных полушариях мозга. Именно чувственное восприятие позволяет создавать об-

раз в целом. Однако наше чувственное восприятие, как правило, вносит в картину мира элемент субъективизма, потому что разные люди по-разному воспринимают и понимают одни и те же явления окружающего мира.

Интуитивное суждение, остающееся само по себе логически недоказуемым, необходимо в науке не только для решения принципиальных проблем, например, установления новых законов природы. Любой экспериментатор постоянно в нем нуждается и им пользуется, так как нельзя экспериментировать до бесконечности и в какой-то момент всегда нужно остановиться, считая, что никакие дальнейшие изменения условий опыта ничего не изменят в сделанном выводе. Но эта уверенность логически недоказуема. Суждение о достаточности и есть внелогический акт – эмпирическое обобщение, в полной мере интуитивное, не сводимое логически к другим положениям, принятым за основные и безусловно верные.

Необходимое познание мира не ограничивается познанием его материальной основы, но также предполагает познание и общественной среды, и даже "самого себя". Последние представляют существенно иной предмет, и используемые здесь методы и способы имеют свою специфику. Конечно, они не настолько различны, чтобы между ними существовала непроходимая граница. Методы "точных" наук все более внедряются, например, в психологию, социологию, филологию и т.п. Однако есть науки, "крайние" в отношении возможности использования таких методов, существует **искусство**, которое не поддается подобным научным методам.

На всех этапах истории человечества искусство занимало особое место, хотя полного объяснения этому феномену нет. Тем не менее *стремление к художественному творчеству* следует поставить в один ряд со стремлением к познанию окружающего мира. **Искусство** – это *вид духовного освоения действительности человеком, имеющим целью формирование и развитие его способности творчески преобразовывать мир и самого себя по законам красоты*. Оно удовлетворяет универсальные потребности человека – восприятие окружающей действительности в развитых формах человеческой чувственности и дает *художественную картину мира*. Художественное творчество является составной частью духовной культуры человечества. Оно включает литературу, театр, кино, живопись, музыку, архитектуру и др. Искусство

оказывает огромное влияние на человека, оно обращается к его душе, внутреннему миру, воздействует на его эмоции и чувства как непосредственно, так и на интуитивном уровне. Многие считают, что искусство – это целитель от всех проявлений мерзостей человеческого характера, потому что оно имеет **колоссальную силу воздействия** на внутренний мир человека.

Весь человеческий опыт показывает, что искусство дает познание того, что интуитивное решение, не обосновываемое рационально, не доказуемое логически и даже противоречащее логическому рассуждению, способно быть гораздо более справедливым и верным, чем само это рассуждение. В отличие от науки в искусстве основной формой познания является *художественный образ*. Искусство дает познание того, что такая ситуация **типична** для жизни человека, пронизывает эту жизнь, и *без доверия к интуиции человечество не может существовать*. Искусство создается без помощи математики и строгих логических рассуждений. Оно использует такие инструменты, присущие сознанию, как *эмоции* и *образы*. Поэтому можно сказать, что *искусство – это ценностное эмоционально-образное моделирование человеческой реальности*. Художественный образ всегда конкретен, дан непосредственно чувству, переживается, а не мыслится. Искусство возвышает человека до современного ему уровня культуры, мышления и понимания, и является наиболее существенным фактором *самоорганизации и саморазвития общества*. Расцвет науки и искусства – процессы взаимосвязанные, свидетельствующие об ускоренном развитии.

Итак, **наука и искусство** – два способа познания природы и мира, *аналитический (логический, рациональный)* и *синтетический (интуитивный, целостный)*; оба они отражают действительность.

И в науке, и в искусстве человек занимается *творческой деятельностью*, направленной на создание новых по содержанию и по форме материальных и культурных ценностей. Но средства и методы в науке и в искусстве различны. Они существенно различаются тем, что в науке основное внимание уделяется *анализу*, хотя в определенной мере присутствует и *синтез*. Именно *синтез дает общую картину мира*. Поэтому он не менее нужен человеку, чем логические построения. Здесь прямо работает принцип дополнительности Бора: только тогда сознание полноценно, когда

оно объединяет различные способы познания.

В искусстве основным является *синтетическое* или целостное изображение действительности. В этом смысле они *дополняют* друг друга. Но *искусство* дает, в отличие от *науки*, *целостное восприятие мира*. Оно дает изображение таких ситуаций, где число существенных факторов столь велико, что картина не поддается анализу. Но искусство – не наука и поэтому не может быть специально направлено на исследование проблем социальной жизни человека. Однако, оно может выступать как средство обнаружения тонких нюансов в процессе познания мира, на что не способна наука, которая стремится к созданию абстрактных (достаточно универсальных) образов – теорий и гипотез. Наука в развитии более конструктивна, чем искусство, которое, однако, позволяет раскрыть весьма существенные свойства, недоступные пока современной науке. Наука и искусство как два пути познания мира – едины; взятые отдельно, они не могут дать полной картины мира. Именно поэтому настоящий ученый использует и средства искусства, а настоящий художник (писатель, артист) – средства науки.

В науке существует критерий истины, и слово "нравится" здесь исключено. Истины в науке доказываются, а явления объясняются. В искусстве они истолковываются, ему чужды логические рассуждения, а строгие доказательства оно заменяет непосредственной убедительностью образов. Наука может объяснить, почему хороша или плоха та или иная теория. Искусство позволяет почувствовать очарование мелодии, звука и т.п., но никогда не объясняет до конца. Высшее достижение ученого, – если его результаты работы подтвердятся, но в искусстве "повторение равносильно смерти".

Мы привыкли считать науку и искусство противоположными полюсами. Такое разделение произошло почти триста лет назад и в значительной мере сохраняется до сих пор. В науке укоренился дух рационализма. С его помощью мир преобразован до такой степени, что само существование человека оказалось под угрозой. Даже искусство перед ним оказалось беспомощным. Все это отразилось и на естествознании. Но так ли уж они не зависят друг от друга? Существует ли между ними общее?

В наше время появляется все больше доказательств общности науки и искусства и их зависимости друг от друга. *Наука*

и искусство – составная часть культуры человека. Многие ученые осознают неадекватность укоренившегося рационалистического способа мышления, который страдает склонностью возводить получаемые данные в догмы, разрывать и абсолютизировать их. Приходит понимание, что пора пересмотреть отношение к рациональному (логическому), оно перестает претендовать на единственный способ получения абсолютных истин. Но рационализм как способ мышления отбрасывать нельзя, он себя еще не исчерпал, у него богатые возможности.

Окружающий нас мир сложен и *нелинеен*. Нелинейность присуща не только физическим процессам. Все глобальные процессы – экономические, социальные, экологические и т.п. – описываются нелинейными законами. Однако физики и математики умудрялись успешно это игнорировать. Сосредоточившись на простых (линейных) задачах, которые они могли решить, ученые оказали сильное влияние на технологию и таким образом радикально изменили облик планеты. Теперь, однако, начинает возникать ощущение, что требуется нечто большее, чем понимание линейных явлений. Современным знаниям становится "тесно" в рамках когда-то открытых законов. Почти одновременно во многих дисциплинах растет озабоченность тем, что о следствиях нелинейных законов известно не так уж много.

Теперь уже недостаточно открыть основные законы и понять, как работает мир "в принципе". Более важным становится выяснение того, каким способом эти принципы проявляют себя в реальности, в явлениях, так как фундаментальные законы действуют в реально существующем мире. Дело в том, как мы уже отмечали выше, что любой нелинейный процесс приводит к *ветвлению*, к развилке на пути, в которой система может выбрать ту или иную ветвь. Мы имеем дело с *выбором решения*, последствия которых трудно предсказать, так как незначительные неточности раздуваются и имеют далеко идущие последствия. В каждый отдельный момент причинная связь сохраняется, но после нескольких ветвлений она уже не видна. Рано или поздно начальная информация о состоянии системы становится бесполезной. Таким образом, *законы природы допускают для событий множество различных исходов, но наш мир имеет одну-единственную историю.*

Даже в астрономии, одной из старейших естественных наук, следует пересмотреть прежние представления. Когда Кеплер и

Ньютон, а затем более точно Эйнштейн объяснили, как отдельные планеты движутся вокруг Солнца по своим орбитам, создавалось впечатление, что для полного описания движения системы трех и более тел требуется просто увеличить интенсивность вычислений. Действительно, движение космических кораблей описывается законами ньютоновской механики, а современные компьютеры направляют их к нужным целям, однако также верно, что по истечении достаточно большого периода времени траектории их движения становятся практически непредсказуемыми (хаотическими). До сих пор нет ответа на старый вопрос об устойчивости Солнечной системы. До конца XIX в. считалось, что она должна быть устойчивой. В начале XX в. появились основания предполагать обратное. Сегодня многие ученые допускают, что долгосрочный прогноз поведения солнечной системы невозможен. Как говорят специалисты, большинство уравнений являются "неинтегрируемыми". Любая даже самая малая неточность в начальных условиях может позже повлиять на последующее движение.

Аналогичные проблемы возникают почти во всех дисциплинах. Все это не означает, что известные до сих пор законы природы неверны; это лишь говорит о том, что очень трудно обнаружить все скрытое в них. Эти трудности являются общими и для небесной механики, и для физики элементарных частиц, и для биологии, и для экономики. Приходит понимание, что требуются совершенно новые взгляды в науке. Поэтому говорят, что фундаментальные науки должны перевести свой взгляд от основ к явлениям. И здесь, по-видимому, одной логики недостаточно.

Такая точка зрения возникла в основном в последние десятилетия и во многом благодаря развитию компьютерной техники (хотя и не только). Именно это новое средство познания позволило увидеть связи и их значение, которые до сих пор были скрыты от нас. Компьютер, компьютерная графика помогает приподнять покров над тайнами природы. Там, где предыдущие поколения ученых были вынуждены существенным образом упрощать свои уравнения или вообще отказываться от них, теперь их суть можно увидеть на экране дисплея. Естественные процессы, представленные графически, т.е. в виде рисунка, можно постичь во всей сложности, опираясь на нашу интуицию.

Рисунки – это, в сущности, другой способ описания реальных событий (фактов). Их можно закодировать числами, а затем об-

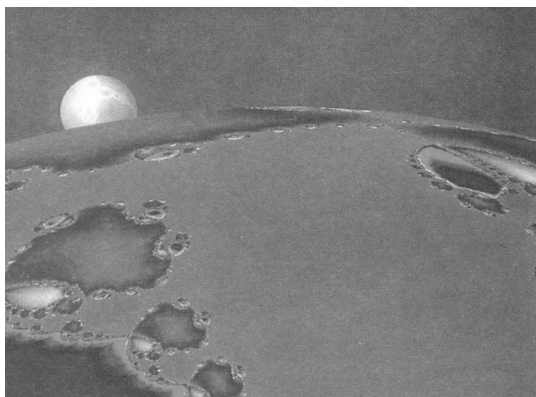


Рис. 9.3. “Космический пейзаж”

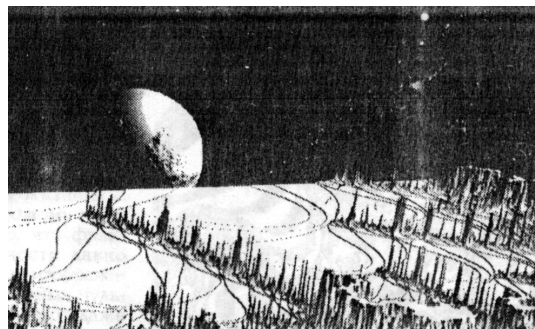


Рис. 9.4. Пейзаж, полученный на основе фрактального множества Мандельброта

работать с помощью компьютера. *Графические изображения*, созданные компьютером, называют *компьютерной графикой*. Значение этого способа использования компьютера возросло в последнее время. Современные компьютерные средства позволяют создавать двух- и трехмерные изображения с фотографической точностью и вместе с этим позволяют ловить не отдельные мгновения, а охватывать действительность в движении и изменениях в реальном масштабе времени. Можно построить плоские или трехмерные движущиеся изображения даже с тех точек зрения, которые недоступны человеческому взгляду или камере. По сути дела, возникает *новый язык – язык изображений*, позволяющий наблюдать и другие виды взаимосвязи явлений, которые недоступны обычному языку, например, петлевидные процессы, взаимодействия, сети коммуникаций и т.п. А такое восприятие действительности уже ближе к искусству. Сведения, представленные в виде рисунков (картинки) и схем, весьма удобны и легче воспринимаемая для человека информация, чем длинные перечни чисел. Именно поэтому цифровая информация часто представляется в диаграммах, гистограммах, графиках и т.п.

В качестве примера, где сближение науки и искусства налицо, можно привести *компьютерную графику на основе фрактальной математики*. Такой подход является мощным средством моделирования сложных нелинейных процессов. Это позволило по-новому взглянуть на процессы, протекающие в природе. Особенно красивы представления фракталов в виде изображений (рис. 9.3 и рис. 9.4). Они могут восприниматься и как абстрактная живопись, и как реальные пейзажи. Фрактальные пейзажи выглядят

настолько правдоподобными, что большинство людей воспринимает их как естественные. Но самое удивительное состоит в том, что все это разнообразие описывается простыми математическими формулами. В книге Х. Пайтгена и П. Рихтера “Красота фракталов” (М.: Мир, 1993) собрано много подобных красивых картинок, нарисованных с использованием фрактальной математики. Именно из-за этого она сразу же получила огромную известность не только среди специалистов, но и людей искусства. Картины, представленные в этой книге, просто прекрасны. На них кажущаяся *смесь порядка и беспорядка* поразительна и удивительна, и это является типичным также для природных процессов. Можно сказать, что ощущение прекрасного возникает под влиянием гармонии порядка и беспорядка в объектах природы. Возможно, именно поэтому они и представляются нам такими правдоподобными.

Можно сказать, что фракталы позволяют сделать математический мир видимым, и мы даже можем окунуться в него, как в мир настоящий. Поэтому говорят, что фрактальные графики служат мостом между наукой и искусством. Здесь подобие реальному миру настолько велико, что фрактальные поверхности уже используются для изображения гор в компьютерных мультфильмах. Возникла точка зрения, что компьютеры выступают новым средством получения произведений искусства. Производимое эстетическое впечатление и вызываемое новизной удивление – именно это и роднит произведения искусства и изображения, создаваемые наукой.

Таким образом, один из путей сближения науки и искусства лежит в росте математизированного знания – в компьютеризации. Стремительно возрастает доля интеллектуальной деятельности, которая может быть передана ЭВМ и которую машина выполняет значительно быстрее и надежнее, чем человек. В принципе, так может быть охвачена вся формализуемая часть мыслительной деятельности человека. В результате человек освобождается для подлинно творческой работы. Следовательно, благодаря компьютеризации сближается структура интеллектуальной деятельности в естественно-научной и гуманитарной сфере, в науке и искусстве.

Хорошо известно, что крупные математики и физики всегда мыслили образами; более того, они использовали эстетические категории в качестве критерия если не истины, то, по крайней мере, завершенности (критерий красоты). Именно здесь содержится

глубокая вера в единство науки и искусства.

Контрольные вопросы

1. Объясните сущность современной естественно-научной картины мира.
2. Перечислите особенности вещества и поля в современной картине мира.
3. В чем состоит сущность физического вакуума как разновидности материи и каковы его особенности?
4. Что понимают под сменой естественно-научной парадигмы?
5. На каких принципах основана современная картина мира?
6. Объясните смысл понятий "рациональный", "рационализм", типы рационализма.
7. Сформулируйте сущность классического рационализма, современного рационализма.
8. В чем состоит отличие современного рационализма от классического?
9. Почему нельзя отказываться от рационального способа мышления?
10. В чем различие и в чем сходство между наукой и искусством?
11. Приведите примеры, которые доказывают сближение науки и искусства.

Литература: [3, 12, 24, 39, 50, 51].

Дополнительная литература: [1, 2, 4, 6, 67].