Законы науки, способы их открытия и обоснования

1. Законы и их роль в научном исследовании.

Открытие и формулировка законов составляет важнейшую цель научного исследования: именно с помощью законов выражаются существенные связи и отношения предметов и явлений объективного мира.

Все предметы и явления реального мира находятся в вечном процессе изменения и движения. Там, где на поверхности эти изменения кажутся случайными, не связанными друг с другом, наука вскрывает глубокие, внутренние связи, в которых отражаются устойчивые, повторяющиеся, инвариантные отношения между явлениями. Опираясь на законы, наука получает возможность не только объяснять существующие факты и события, но и предсказывать новые. Без этого немыслима сознательная, целенаправленная практическая деятельность.

Путь к закону лежит через гипотезу. Действительно, чтобы установить существенные связи между явлениями, мало одних наблюдений и экспериментов. С их помощью мы можем обнаружить лишь зависимости между эмпирически наблюдаемыми свойствами и характеристиками явлений. Таким путем могут быть открыты только сравнительно простые, так называемые эмпирические законы. Более глубокие научные или теоретические законы относятся к ненаблюдаемым объектам. Такие законы содержат в своем составе понятия, которые нельзя ни непосредственно получить из опыта, ни проверить на опыте. Поэтому открытие теоретических законов неизбежно связано с обращением к гипотезе, с помощью которой пытаются нащупать искомую закономерность. Перебрав множество различных гипотез, ученый может найти такую, которая хорошо подтверждается всеми известными ему фактами. Поэтому в самой предварительной форме закон можно охарактеризовать как хорошо подтвержденную гипотезу.

В своих поисках закона исследователь руководствуется определенной стратегией. Он стремится найти такую теоретическую схему или идеализированную ситуацию, с помощью которой он смог бы в чистом виде представить найденную им закономерность. Иными словами, чтобы сформулировать закон науки, необходимо абстрагироваться от всех несущественных связей и отношений изучаемой объективной действительности и выделить лишь связи существенные, повторяющиеся, необходимые.

Процесс постижения закона, как и процесс познания в целом, идет от истин неполных, относительных, ограниченных к истинам все более полным, конкретным, абсолютным. Это означает, что в процессе научного познания ученые выделяют все более глубокие и существенные связи реальной действительности.

Второй существенный момент, который связан с пониманием законов науки, относится к определению их места в общей системе теоретического знания. Законы составляют ядро любой научной теории. Правильно понять роль и значение закона можно лишь в рамках определенной научной теории или системы, где ясно видна логическая связь между различными законами, их применение в построении дальнейших выводов теории, характер связи с эмпирическими данными. Как правило, всякий вновь открытый закон ученые стремятся включить в некоторую систему теоретического знания, связать его с другими, известными уже законами. Это заставляет исследователя постоянно анализировать законы в контексте более широкой теоретической системы.

Поиски отдельных, изолированных законов в лучшем случае характеризуют неразвитую, дотеоретическую стадию формирования науки. В современной, развитой науке закон выступает как составной элемент научной теории, отображающей с помощью системы понятий, принципов, гипотез и законов более широкий фрагмент действительности, чем отдельный закон. В свою очередь система научных теорий и дисциплин стремится отобразить единство и связь, существующую в реальной картине мира.

2. Логико-гносеологический анализ понятия “научный закон”

Выяснив объективное содержание категории закона, необходимо ближе и конкретнее рассмотреть содержание и форму самого понятия “научный закон”. Предварительно мы определили научный закон как хорошо подтвержденную гипотезу. Но не всякая хорошо подтвержденная гипотеза служит законом. Подчеркивая тесную связь гипотезы с законом, мы хотим прежде всего указать на решающую роль гипотезы в поисках и открытии законов науки.

В опытных науках не существует другого пути открытия законов, кроме постоянного выдвижения и проверки гипотез. В процессе научного исследования гипотезы, противоречащие эмпирическим данным, отбрасываются, а те, которые обладают меньшей степенью подтверждения, заменяются гипотезами, имеющими более высокую степень. При этом увеличение степени подтверждения в значительной мере зависит от того, может ли быть гипотеза включена в систему теоретического знания. Тогда о надежности гипотезы можно судить не только по тем эмпирически проверяемым следствиям, которые из нее непосредственно вытекают, но и по следствиям других гипотез, которые в рамках теории логически с ней связаны.

В качестве примера можно показать, как с помощью гипотетико-дедуктивного метода Галилей открыл закон свободного падения тел. Вначале он, как и многие его предшественники, исходил из интуитивно более очевидной гипотезы, что скорость падения пропорциональна пройденному пути. Однако следствия из этой гипотезы противоречили эмпирическим данным, и поэтому Галилей вынужден был отказаться от нее. Ему потребовалось около трех десятков лет, чтобы найти гипотезу, следствия которой хорошо подтверждались на опыте. Чтобы прийти к верной гипотезе, Кеплеру пришлось проанализировать девятнадцать различных предположений о геометрической орбите Марса. Вначале он исходил из простейшей гипотезы, согласно которой эта орбита имеет форму круга, но такое предположение не подтверждалось данными астрономических наблюдений. В принципе таков общий путь открытия закона. Ученый редко сразу находит верную идею. Начиная с простейших гипотез, он постоянно вносит в них коррективы и вновь проверяет их на опыте. В науках, где возможна математическая обработка результатов наблюдений и экспериментов, такая проверка осуществляется путем сравнения теоретически вычисленных значений с фактическими результатами измерений. Именно таким путем Галилей смог убедиться в правильности своей гипотезы и окончательно сформулировать ее в виде закона свободного падения тел. Этот закон, как и многие другие законы теоретического естествознания, представлен в математической форме, что значительно облегчает его проверку и делает легко обозримой связь между величинами, которую он выражает. Поэтому мы воспользуемся им для того, чтобы уточнить понятие закона, которое по крайней мере используется в наиболее развитых отраслях современного естествознания.

Как видно из формулы

,

закон свободного падения математически выражается с помощью функциональной зависимости двух *переменных* величин: времени *t* и пути S. Первую из этих величин мы принимаем в качестве независимой переменной, или аргумента, вторую - зависимой переменной, или функции. В свою очередь эти переменные величины отображают реальную взаимосвязь таких свойств тела, как путь и время падения. Выбрав соответствующие единицы измерения, мы можем выразить эти физические свойства или величины с помощью чисел. Таким путем оказывается возможным подвергнуть математическому анализу взаимосвязь между самыми различными по своей конкретной природе физическими или другими свойствами реальных предметов и процессов. Вся трудность при этом будет состоять не столько в том, чтобы найти подходящую математическую функцию для отображения зависимости между свойствами, сколько в том, чтобы обнаружить такую связь фактически. Иначе говоря, задача состоит в том, чтобы абстрагироваться от всех несущественных факторов исследуемого процесса и выделить свойства и факторы существенные, основные, определяющие ход процесса. Действительно, интуитивно мы вполне можем допустить, что расстояние, пройденное падающим телом, зависит от его массы, скорости, а может быть, даже и температуры. Однако физический опыт не подтверждает эти предположения.

Вопрос о том, какие факторы оказывают существенное влияние на ход процесса, а от каких можно абстрагироваться, представляет весьма сложную проблему. Ее решение связано с выдвижением гипотез и их последующей проверкой. Рассуждая абстрактно, можно допустить бесконечное множество гипотез, в которых учитывалось бы влияние самых различных факторов на процесс. Ясно, однако, что проверить все их экспериментально нет никакой практической возможности. Возвращаясь к закону свободного падения, мы видим, что движение падающего тела всегда происходит единообразным путем и зависит прежде всего от времени. Но в формуле закона встречаются также начальный путь, пройденный телом *S0,* и его начальная скорость V0*,* которые представляют фиксированные величины, или *параметры.* Они характеризуют первоначальное состояние движения какого-либо конкретного физического тела. Если известны эти начальные условия, то мы можем точно описать его поведение в любой момент времени, т. е. в данном случае найти путь, пройденный падающим телом в течение любого промежутка времени.

Возможность абстрагирования законов движения из хаотического множества происходящих вокруг нас явлений, замечает известный американский физик Е. Вигнер, основывается на двух обстоятельствах. Во-первых, во многих случаях удается выделить множество начальных условий, которое содержит все *то,* что существенно для интересующих нас явлений. В классическом примере свободно падающего тела можно пренебречь почти всеми условиями, кроме начального положения и начальной скорости: его поведение всегда будет одним и тем же, независимо от степени освещенности, наличия вблизи от него других тел, их температуры и т. д. Не менее важное значение имеет то обстоятельство, что при одних и тех же существенных начальных условиях результат будет одним и тем же независимо от того, где и когда мы их реализуем. Иначе говоря, абсолютное положение и время никогда не являются существенными начальными условиями. Это утверждение, продолжает Вигнер, стало первым и, может быть, наиболее важным принципом инвариантности в физике. Не будь ее, мы бы не могли открывать законы природы.

Существование устойчивых, постоянных инвариантных отношений среди беспрестанно изменяющихся свойств, признаков и характеристик предметов и явлений служит основой для выделения или абстрагирования законов. При этом безразлично, идет ли речь о свойствах отдельно взятого предмета или различных предметов. Как сами предметы, так и их свойства не остаются одинаковыми, они испытывают различные изменения, которые в естественных науках описываются с помощью переменных величин. Как бы ни менялись свойства и характеристики предметов и процессов, в их изменении всегда можно выделить некоторые устойчивые, постоянные отношения. Хотя расстояние, пройденное падающим телом, непрерывно изменяется с течением времени, отношение пути к квадрату времени остается постоянным. Эта постоянная величина представляет ускорение свободно падающего тела. В более общем, втором законе Ньютона ускорение изменяется пропорционально действующей силе:

*F == та,*

где *F -* сила, *т -* масса, *а -* ускорение.

Однако и здесь отношение силы к ускорению представляет величину постоянную, численно равную массе тела.

Все эти примеры показывают, что там, где возможно количественное измерение исследуемых величин, понятие закона выражает постоянное, инвариантное отношение между переменными величинами, которое в свою очередь отображает существование постоянных, устойчивых отношений между определенными свойствами, признаками и характеристиками реальных предметов и процессов. Такое уточнение является конкретизацией общего понятия закона в отношении к тем наукам, законы которых могут быть выражены на языке математики.

Обратимся теперь к анализу логической структуры высказываний, выражающих законы науки. Первой, чаще всего бросающейся в глаза особенностью законов является их общность, или универсальность, в каком-либо отношении. Эта черта ясно видна при сопоставлении законов с фактами. В то время как факты являются единичными утверждениями об отдельных вещах и их свойствах, законы характеризуют устойчивые, повторяющиеся, общие отношения между вещами и их свойствами. В простейших случаях закон представляет обобщение эмпирически наблюдаемых фактов и поэтому может быть получен индуктивным путем. Но так обстоит дело только с эмпирическими законами. Более сложные, теоретические законы возникают, как правило, из гипотез. Поэтому наиболее очевидным условием, чтобы гипотеза стала законом, является требование, чтобы эта гипотеза была хорошо подтверждена фактами. Однако хорошо подтвержденная гипотеза не обязательно выражает закон. Она может представлять и предсказание какого-либо отдельного явления или события и даже какого-то нового факта. Вот почему необходимо внимательнее рассмотреть логическую форму тех высказываний, которые называют законами науки.

•Первый критерий, который относится скорее к количественной характеристике высказываний, дает нам возможность отличать законы от фактов. Как мы уже отмечали, факты всегда выражаются с помощью единичных, утверждений, законы же формулируются с помощью общих высказываний. В каком же смысле можно говорить об общности, или универсальности, высказываний? В науке выделяют, по крайней мере, три таких смысла, когда говорят о высказываниях, выражающих ее законы.

Во-первых, общность, или универсальность, может относиться к понятиям или терминам, встречающимся в высказывании о законе. Такую общность называют концептуальной или понятийной. Если все понятия, входящие в формулировку закона, являются общими, или универсальными, то и сам закон считается универсальным. Эта особенность присуща наиболее общим, универсальным и фундаментальным законам. К числу таких законов следует отнести в первую очередь законы материалистической диалектики. Наряду с ними фундаментальными считают и многие законы природы, такие, как закон всемирного тяготения, сохранения энергии, заряда и другие. В фундаментальных законах все понятия являются универсальными по объему, и поэтому в них не встречаются индивидуальные термины и константы. Так, закон всемирного тяготения устанавливает существование гравитационного взаимодействия между любыми двумя телами во Вселенной. Но многие законы естествознания имеют форму частных, или экзистенциальных, утверждений. Поэтому в них наряду с универсальными терминами встречаются также и термины, характеризующие индивидуальные тела, события или процессы. Например, за коны Кеплера, описывающие движение планет Солнечной системы, не относятся к фундаментальным, так как содержат в своем составе термины, обозначающие Солнце, планеты и некоторые частные константы. Законы геофизики отображают процессы, которые происходят на Земле. Законы биологии относятся только к живой материи, а законы психологии - к функционированию сознания. Мы не касаемся здесь статистических законов, начинающих играть все более существенную роль в современной науке. Эти законы также не являются фундаментальными, поскольку они выражаются в форме экзистенциальных утверждений.

Все приведенные примеры достаточно ясно показывают, что требование концептуальной, или понятийной, универсальности нельзя считать ни необходимым, ни достаточным условием закона. Очень часто в законе вместе с универсальными понятиями (терминами) встречаются также термины частного или даже индивидуального характера. Строго универсальными и фундаментальными кроме законов материалистической диалектики являются лишь некоторые законы физики и химии, в которых отображаются наиболее общие свойства материи. И все же признак общности, универсальности в каком-либо отношении представляет характерную черту всех законов. В противном случае нельзя было бы даже говорить о законе как существенной, устойчивой, повторяющейся связи свойств и отношений реального мира. Эта общность может выражаться по-разному, начиная от законов, имеющих строго универсальный или почти универсальный характер, и кончая законами, относящимися к довольно узкой области явлений. Но какова бы ни была эта общность, тенденция к универсализации законов достаточно ясно прослеживается в философской литературе и она помогает нам понять природу современной науки.

В связи с этим вполне целесообразно разделение законов на *фундаментальные* и *производные.* Фундаментальные законы должны удовлетворять требованию концептуальной универсальности: они не должны содержать никаких частных, индивидуальных терминов и констант, ибо иначе не смогут служить в качестве посылок для выводов. Производные законы можно вывести из фундаментальных вместе с необходимой для этого дополнительной информацией, содержащей характеристику параметров системы или процесса. Так, например, законы Кеплера можно логически вывести из закона всемирного тяготения и основных законов классической механики вместе с необходимой для этого эмпирической информацией о массах, расстояниях, периодах обращения планет и другими характеристиками.

Второй смысл понятия универсальности законов касается их пространственно-временной общности. Часто законы называют фундаментальными или универсальными также потому, что они применяются к соответствующим объектам или процессам, независимо от времени и места. В физике и химии к таким законам относят законы, являющиеся универсальными относительно пространства и времени. Как впервые подчеркнул выдающийся английский ученый Д.К. Максвелл, основные законы физики ничего не говорят об индивидуальном положении в пространстве и времени. Они являются совершенно общими относительно пространства и времени. Максвелл был твердо убежден в том, что сформулированные им законы электромагнетизма в форме математических уравнений являются универсальными во Вселенной и поэтому выполняются и на Земле, и на других планетах, и в космосе. В отличие от этого частные законы применимы лишь в определенной области пространства-времени. Признак пространственно-временной универсальности явно не подходит, например, к законам геологии, биологии, психологии и ко многим другим, которые действительны не всюду в пространстве и времени, а лишь в тех или иных ограниченных областях. В связи с этим кажется целесообразным различать законы *универсальные в пространстве и времени, региональные* и *индивидуальные.* К универсальным будут относиться законы физики и химии, имеющие фундаментальный характер. К региональным можно отнести многие законы биологии, психологии, социологии и других наук. Такие законы выполняются лишь в более или менее ограниченных областях (регионах) пространства-времени. Наконец, индивидуальные законы отображают функционирование и развитие какого-либо фиксированного в пространстве объекта с течением времени. Так, законы геологии выражают существенные отношения процессов, происходящих на Земле. Даже многие законы физики и химии, не говоря уже о биологии, по сути дела, связаны с изучением процессов, происходящих на Земле.

Третий смысл понятия универсальности закона связан с возможностью *квантификации* суждения, выражающего закон. Строго универсальные или фундаментальные законы, справедливые для всех частных случаев их проявления, логически можно выразить с помощью высказываний с универсальным квантором. Все производные и региональные законы, которые действительны лишь для определенного числа случаев, представляются в форме высказываний с экзистенциальным квантором, или квантором существования. При этом для символической логики совершенно безразлично, идет ли речь об одном или нескольких и даже почти всех случаях закона. Экзистенциальный квантор постулирует возможность, что существует по крайней мере один случай, для которого выполняется закон. Но такой абстрактный подход неадекватно отражает положение дел в эмпирических науках, где высказывания, справедливые для большинства или почти всех случаев, часто рассматриваются как подлинные законы. Мы не говорим уже о статистических законах, которые относятся только к определенному проценту случаев. Что касается самой логической структуры высказываний, выражающей законы науки, то вслед за Б. Расселом многие специалисты по логике и методологии науки представляют ее в виде общей импликации.

Иначе говоря, всякий закон науки с этой точки зрении можно рассматривать как условное высказывание с 'квантором общности. Так, например, закон теплового расширения тел символически можно представить так:

,

где ⊃ - знак импликации, *(х)* обозначает универсальный квантор, *х -* переменную, относящуюся к любому телу, А - свойство “быть нагретым” и В - свойство “расширяться”. Словесно: для всякого тела *х,* если это *х* нагревается, то оно расширяется.

Представление высказываний, выражающих законы в форме условного утверждения или, точнее, материальной импликации, обладает рядом преимуществ. Во-первых, условная форма утверждений ясно показывает, что в отличие от простого описания реализация закона связана с выполнением определенных требований. Если имеются соответствующие условия, то закон реализуется. Во-вторых, когда закон представлен в форме импликации высказываний, то в нем совершенно точно можно указать необходимые и достаточные условия реализации закона. Так, для того чтобы тело расширилось, достаточно нагреть его. Таким образом, первая часть импликации, или ее антецедент *Ах* служит достаточным условием для реализации ее второй части, или консеквента *Вх.* В-третьих, условная форма высказываний, выражающих законы науки, подчеркивает важность конкретного анализа необходимых и достаточных условий реализации закона. В то время как в формальных науках для установления правильности импликации достаточно чисто логических средств и методов, в эмпирических науках для этого приходится обращаться к исследованию конкретных фактов и ситуаций. Например, заключение о том, что длина металлического стержня увеличивается при его нагревании, вытекает не из принципов логики, а из эмпирических фактов, объясняемых соответствующей теорией. Точное разграничение необходимых и достаточных условий осуществления закона побуждает исследователя искать и анализировать факты, которые обосновывают эти условия.

Поскольку импликация по сути дела представляет логическую формализацию содержательных высказываний, то с нею связан также ряд трудностей, которые часто характеризуют как парадоксы импликации. В содержательных рассуждениях посылки и заключение вывода однотипны по своей природе, поэтому кажутся странными импликации типа: “Если у льва есть когти, то снег бел”. Равным образом кажется неприемлемым положение о том, что истинное высказывание может быть получено из какого угодно другого высказывания: и истинного и ложного. Между тем все эти импликации считаются правильными в логике. Выход из этих трудностей многие исследователи ищут на путях модификации существующей формы импликации. Другие считают, что парадоксы не могут возникнуть в эмпирических науках, поскольку здесь фактически не выводятся заключения из ложных посылок. Несмотря на эти трудности, представление законов науки в форме импликаций символической логики позволяет выявить ряд их особенностей, которые остаются в тени при других способах их выражения.

Возможность представления законов науки в форме импликации высказываний отнюдь не означает того, что все импликации выражают законы. Существует бесчисленное множество универсальных условных высказываний, которые могут быть представлены как импликации, тем не менее не являющихся законами. Вся трудность возникающей здесь проблемы состоит в том, чтобы найти критерии, с помощью которых можно было бы отличать подлинные законы от универсальных высказываний случайного типа.

В последние десятилетия за рубежом появилась обширная литература, посвященная этой проблеме. Нельсон Гудмэн считает отличительной особенностью законов науки то, что из них могут быть выведены условные контрафактические высказывания. Такие высказывания описывают не то, что фактически произошло в действительности, а то, что могло бы произойти, если бы этому не помешали некоторые обстоятельства. Так, например, высказывание: “Если бы я не держал камень в руке, то он упал 'бы на землю”-будет условным контрафактическим. .Мы верим в .него потому, что оно опирается на закон свободного падения тел. Закон может быть выражен явно или подразумеваться, но он всегда предполагается при обосновании условных контрафактических высказываний.

В отличие от высказываний, выражающих законы науки, из универсальных высказываний случайного характера нельзя вывести обоснованные условные контрафактические утверждения. Так, например, из высказывания:

“Все монеты в моем кармане - медные” - вовсе не следует утверждение: “Если бы эта монета лежала в моем кармане, то она была бы медной”. Между веществом монеты и местом ее нахождения не существует необходимой связи. Вот почему универсальные высказывания, отличные от законов, обычно характеризуют как случайные.

Необходимый характер реальных связей и отношений, отображаемых в законах науки, в конечном итоге обусловливает отличие законов от случайных универсальных высказываний. Так, например, Э. Нагель в монографии “Структура науки” отмечает, что высказывание о законе содержит в себе известный элемент необходимости. Приведя в качестве иллюстрации закон: “Медь при нагревании расширяется”, - он замечает, что это высказывание называют законом природы не только потому, что никогда не может существовать какого-либо куска нагретой меди, который бы не расширялся. Существование такого куска “физически невозможно”: нагревание меди с “физической необходимостью” вызывает его расширение. Г. Мельберг, анализируя отличие универсальных высказываний случайного характера от законов, в своей книге “Сфера науки” замечает, что “первым не хватает качества необходимости, часто ассоциируемой с научными законами”. Возникает вопрос: о какой необходимости идет речь, когда говорят о законе? Нагель склоняется к мысли, что рассматриваемая необходимость должна иметь логический характер, хотя и признает, что эта точка зрения “приводит к серьезным трудностям”. Действительно, в таком случае отрицание закона должно приводить к логическому противоречию, чего на самом деле не происходит. Самое главное - подобный взгляд делает излишними эмпирические исследования, ибо если необходимость законов природы отождествляется с логической необходимостью, то для ее установления достаточно чисто логических средств и методов. Все это показывает, что необходимость, присущая законам природы, носит другой характер. Не случайно поэтому целый ряд зарубежных логиков предпринял попытку проанализировать ее с помощью понятий и методов логики модальностей, условных контрафактических высказываний и номологических утверждений. О контрафактических высказываниях мы уже говорили. В модальной логике наряду с логической необходимостью исследуются другие типы необходимости, и в частности каузальная необходимость, обычно связываемая с законами науки. Номологические утверждения были введены в логику науки Г. Рейхенбахом специально для характеристики высказываний, выражающих законы природы. Попытаемся в самом общем виде оценить эти новые подходы к проблеме определения законов науки.

Р. Карнап в своей последней книге “Философские основания физики” предложил следующий способ для отличия законов науки от универсальных высказываний случайного характера.

Во-первых, он делит все высказывания на два класса: 1) утверждения, имеющие форму основного закона, или номическую форму, и 2) утверждения, не обладающие такой формой. Различие между ними может быть установлено чисто логическими методами, исключительно на основе анализа *формы* утверждений. Чтобы стать подлинным законом, высказывание, кроме номической формы, должно быть еще истинным. Поэтому Карнап определяет “основной закон природы как утверждение, имеющее номическую форму и в то же время истинное”. Во-вторых, он предлагает называть *каузально истинным* любое утверждение, которое представляет логическое следствие класса всех основных законов. Если это утверждение является универсальным по форме, то оно будет законом, либо основным, либо производным. С этой точки зрения, различие между производными законами и универсальными высказываниями случайного характера будет сводиться к тому, что первые представляют логическое следствие основных законов, вторые - нет. Однако, как мы уже видели, далеко не все неосновные законы могут быть выведены из основных. Главная же трудность состоит в том, чтобы дать точное определение основного закона исходя только из анализа его логической формы. Сам Карнап вынужден признать, что эта проблема еще далека от разрешения. Поэтому подход, указанный им, представляет в лучшем случае программу дальнейшего исследования, которая, на наш взгляд, не может быть успешной без учета гносеологической характеристики и методологической функции закона.

Интересную попытку формализации высказываний, выражающих законы науки, предпринял Г. Рейхенбах. Он считает, что обычная, аналитическая импликация символической логики скорей подходит для выражения отношений между структурными формами в математике. Такая импликация может быть установлена без обращения к анализу конкретного, эмпирического содержания ее терминов. В физике, однако, приходится обращаться к другой форме импликации, которая имеет место “между предложениями, обладающими специфическим (частным) эмпирическим значением, и установление которой в любом частном случае связано с опытом”. Так, закон теплового расширения не может быть получен из логического анализа значения терминов, встречающихся в этом законе, таких, как “тело”, “температура”, “расширение”. Эта синтетическая импликация, по мнению Рейхенбаха, может служить средством для выражения законов природы. Хотя ее правильность и не имеет тавтологического характера, а детерминируется опытом, тем не менее она является универсально истинной.

Все импликации, выражающие законы, Рейхенбах называет *номологическими.* Аналитические номологические импликации, представляющие всегда истинные формулы, или тавтологии, выражают законы логики. Они являются формализацией логического следования. Физическое же следование, по мысли Рейхенбаха, формализуется посредством синтетической номологической импликации. Именно в виде такой импликации выражаются законы природы, будь то законы физики, химии или биологии. Точка зрения, развиваемая Рейхенбахом, интересна в том отношении, что она ясно показывает неадекватность обычного представления законов науки в форме общей импликации символической логики.

Существенный недостаток многих зарубежных исследований, посвященных проблеме закона, состоит в том, что они сосредоточивают все внимание почти исключительно на анализе логической структуры высказываний, выражающих законы. Между тем для определения закона и его роли в науке не менее важными являются его гносеологический анализ и та методологическая функция, которую он осуществляет в общей системе научного знания.

В методологическом отношении важнейшее требование, предъявляемое к гипотезе, чтобы она стала законом, состоит в возможности ее отнесения к некоторой теории. Этот признак позволяет отличать обобщения, которые делаются в обыденном познании и даже на эмпирической стадии исследования, от подлинных законов науки. По своей логической форме эмпирические обобщения представляют универсальные высказывания, но их надежность и познавательная ценность сравнительно невелики, ибо они остаются обособленными, изолированными утверждениями. Другое дело-законы науки. В развитых науках законы объединяются в единое целое в рамках определенной теории, представляющей *систему* взаимосвязанных принципов, законов и гипотез. Благодаря логической связи между отдельными компонентами теории становится возможным выводить производные законы из основных, а эмпирические - из теоретических.

Важность рассматриваемого требования станет ясной, если учесть, что включение хорошо подтвержденной гипотезы в рамки некоторой научной теории еще в большей мере повышает ее надежность. Если гипотеза войдет в состав теории, тогда о ее подтверждении, как мы уже отмечали, можно будет судить не только по непосредственно относящимся к ней фактам, но и фактам, подтверждающим другие утверждения теории, логически связанным с гипотезой.

Законы науки вместе с другими принципами, утверждениями и гипотезами представляют определенную систему, построенную на основе некоторой иерархии, согласно которой менее общие по форме и логически более слабые по содержанию законы выводятся из законов более общих и логически более сильных. На эмпирической стадии исследования выявляются отдельные обобщения и открываются эмпирические законы. Однако процесс исследования на этом, естественно, не останавливается. Отдельные, в первое время кажущиеся изолированными эмпирические законы стараются вывести из теоретических, а менее общие - из более общих. Именно в этих целях и становится необходимым обращение к научной теории, в рамках которой, строго говоря, и оказывается возможным осуществить логическую дедукцию одних законов из других вместе с необходимой для этого дополнительной информацией.

3. Эмпирические и теоретические законы

Классификация научных законов может производиться по самым различным признакам или, как принято говорить в логике, основаниям деления. Наиболее естественной кажется классификация по тем областям действительности, к которым относятся соответствующие законы. В естествознании такими областями являются отдельные формы движения материи или ряд связанных между собой форм. Так, например, механика исследует законы движения тел под воздействием сил, физика - закономерности молекулярно-кинетических, электромагнитных, внутриатомных и других процессов, которые в совокупности и составляют физическую форму движения материи. Биология занимается изучением специфических законов органической жизни. Биофизика исследует закономерности физических процессов в живых организмах, а биохимия - химические особенности этих процессов. Социальные или гуманитарные науки изучают закономерности тех или иных сторон или явлений развития общества.

Классификация законов по формам движения материи по сути дела совпадает с общей классификацией наук. И хотя она весьма существенна как отправной пункт анализа, но нуждается в дополнении классификациями, выделяющими те или иные гносеологические, методологические и логические особенности и признаки научных законов.

Из других классификаций наиболее важными нам представляются классификации по уровню абстрактности понятий, используемых в законах, и по типу самих законов. Первая из них основана на делении законов на эмпирические и теоретические. Эмпирическими законами принято называть законы, которые подтверждаются наблюдениями или специально поставленными экспериментами. Большинство наших повседневных наблюдений приводит нас к индуктивным обобщениям, которые во многом аналогичны эмпирическим законам науки. Так же как и последние, эти обобщения относятся к таким свойствам, которые можно воспринимать с помощью органов чувств. Однако эмпирические законы науки являются гораздо более надежными, чем простые обобщения повседневного опыта. Это объясняется тем, что законы чаще всего устанавливаются с помощью экспериментов и с использованием специальной измерительной техники, благодаря чему обеспечивается значительно большая точность при их формулировке. На развитой стадии науки отдельные эмпирические законы связываются в единую систему в рамках теории, а самое важное - они могут быть логически выведены из более общих теоретических законов.

С теоретико-познавательной точки зрения имеется, однако, один общий признак, который присущ как эмпирическим законам, так и индуктивным обобщениям повседневного опыта: и те и другие имеют дело с чувственно познаваемыми свойствами предметов и явлений. Вот почему в литературе эмпирические законы часто называют законами о *наблюдаемых* объектах. При этом термин “наблюдаемый” рассматривается в достаточно широком объеме. К наблюдаемым объектам относят не только те предметы и их свойства, которые воспринимаются непосредственно с помощью органов чувств, но и опосредованно - с помощью различных приборов и инструментов. Так, звезды, наблюдаемые в телескоп, или клетки, которые изучаются с помощью микроскопа, считаются наблюдаемыми, в то время как молекулы, атомы и “элементарные” частицы относят к объектам ненаблюдаемым: об их существовании мы заключаем по косвенным свидетельствам.

По мнению Р. Карнапа, эмпирические законы “представляют собой законы, которые содержат либо непосредственно наблюдаемые термины, либо измеряемые сравнительно простой техникой”. Другими словами, понятия или термины, встречающиеся в этих законах, относятся к таким свойствам и отношениям, которые могут быть установлены на стадии эмпирического исследования. Такие исследования предполагают не только систематические наблюдения, но и измерения и специально поставленные эксперименты.

Исследователь многократно наблюдает определенную повторяемость, регулярность в природе, устанавливает зависимость между некоторыми свойствами предметов и явлений, ставит эксперименты и проводит измерения и таким путем приходит к открытию эмпирического закона. Подобным образом были найдены, например, известные из физики законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля, которые устанавливают зависимость между давлением, объемом и температурой газов. Правда, уже здесь приходится обращаться к гипотезе и абстракции, чтобы отделить существенные факторы от несущественных и вводить необходимые упрощения и идеализации. Но во всех этих законах речь идет о действительно наблюдаемых и измеряемых свойствах газов. Самое же главное состоит в том, что все эти законы устанавливают лишь функциональную связь между свойствами, но не объясняют, почему она существует. Так, закон Бойля - Мариотта определяет, что давление газа обратно пропорционально его объему, но не объясняет природу этой зависимости.

Чтобы понять ее и, следовательно, объяснить эмпирические законы, мы вынуждены обратиться к *теоретическим* законам, которые в немарксистской литературе часто называют законами о *ненаблюдаемых* объектах. Так, для объяснения вышеупомянутых законов о газах мы обращаемся к принципам и законам молекулярно-кинетической теории, которые опираются на представления о существовании и движении таких мельчайших частиц вещества, как молекулы. Особенностями движения молекул при различных состояниях в конечном итоге и объясняют эмпирические законы о газах. Например, обратная пропорциональность между объемом и давлением газа объясняется тем, что при уменьшении объема возрастает интенсивность удара молекул о стенки сосуда, в котором заключен газ. Бесчисленное множество таких микроэффектов видимым образом проявляется как увеличение давления газа на стенки сосуда.

Нередко в литературе по методологии науки существенное отличие эмпирических законов от теоретических сводят обычно к отличию между объектами наблюдаемыми и ненаблюдаемыми, такими, как молекулы, атомы и т. п. частицы. Такой взгляд имеет определенные основания, в частности в физике, где при характеристике теоретических законов обращаются к терминам, которые относятся к ненаблюдаемым объектам. Но фактически все теоретические понятия - идет ли речь о понятиях математики, естествознания или социальных наук - отображают ненаблюдаемые в реальной действительности объекты. На самом деле, ни понятие прямой в геометрии, ни математического маятника в механике, ни силы тока в физике, ни понятие стоимости в политической экономии нельзя созерцать чувственно. В лучшем случае мы можем наблюдать некоторые проявления свойств, фиксируемых в указанных понятиях. Так, о силе тока мы судим по показаниям амперметра, стоимость товаров обнаруживается при обмене и т. д. Все это свидетельствует о том, что отличие теоретических законов от эмпирических проявляется прежде всего в характере тех методов, которые используются для их открытия.

Эмпирические законы, как показывает само их название, обнаруживаются на опытной, эмпирической стадии исследования. В этих целях наряду с наблюдением и экспериментом обращаются, конечно, и к теоретическим методам, таким, как индукция и вероятность, вместе с соответствующей математической техникой.

Теоретические законы никогда не могут быть открыты с помощью индуктивного обобщения частных фактов и даже существующих эмпирических законов. Причина этого состоит в том, что они имеют дело не с чувственно воспринимаемыми свойствами вещей и явлений, а с глубокими внутренними механизмами процессов. Здесь мы должны внести уточнение в прежнюю формулировку, где различие между теоретическими и эмпирическими законами сводилось к различию методов, используемых для открытия законов. Фактически, при более глубоком анализе оказывается, что само это различие имеет свои объективные основания в степени проникновения в сущность исследуемых процессов. Поэтому соотношение между теоретическими и эмпирическими законами можно рассматривать как выражение отношения между сущностью и явлением.

Теоретические законы проявляются через эмпирические, с их помощью они получают свое подтверждение и эмпирическое обоснование. В свою очередь эмпирические законы могут быть объяснены и поняты только на основе теоретических. Такое объяснение очень часто сводится к логической дедукции эмпирического закона из теоретического вместе с необходимой для этого дополнительной информацией. Все это дает нам основание утверждать, что теоретический закон по отношению к эмпирическому выступает как сущность к явлению. Такое же отношение существует и между эмпирическим законом и теми фактами, которые он систематизирует и объясняет.

Возникает вопрос: в какой связи находятся сущности, выражаемые с помощью эмпирического и теоретического законов? Характеристика закона как отражения “существенного в движении универсума” поможет нам разобраться в этой связи, а также в гносеологическом отличии эмпирических законов от теоретических.

По отношению к отдельным, конкретным, частным фактам и эмпирические и теоретические законы выступают как сущности явлений. Однако сущность, выражаемая в теоретическом законе, имеет более глубокий характер, ибо по отношению к частным фактам она представляет сущность второго порядка, в то время как эмпирические законы выступают для них сущностью первого порядка. *“...Закон и сущность,-*указывает В. И. Ленин,-понятия однородные (однопорядковые) или вернее, одностепенные, выражающие углубление познания человеком явлений, мира etc”. Поскольку теоретический закон по отношению к эмпирическому выступает, как сущность к явлению, то его открытие не может быть достигнуто на эмпирической стадии исследования. Какое бы количество эмпирической информации мы ни имели, в том числе и информации, сконденсированной в эмпирических законах, непосредственно с их помощью мы не можем открыть теоретический закон. Для этого необходим скачок от эмпирии к теории. Ученый строит догадки, делает предположения, выдвигает гипотезы и тщательно проверяет их на опыте, пока не придет к установлению закона.

Не существует никакого чисто логического пути от фактов к закону. И это вполне понятно, ибо “если бы форма проявления и сущность вещей непосредственно совпадали, то всякая наука была бы излишня...”. Но без эмпирической информации невозможно было бы проверить как эмпирические, так и теоретические законы. Связь эмпирических законов с фактами довольно ясна: по сути дела эти законы систематизируют и объясняют факты. Подобным же образом теоретические законы связывают в единое целое эмпирические законы и объясняют их. Такое объяснение принимает форму вывода эмпирических законов из теоретических. Конечно, непосредственно вывести эмпирический закон из теоретического невозможно, так как эмпирические понятия, или термины, не встречаются при формулировке теоретических законов, ибо последние имеют дело с ненаблюдаемыми, абстрактными объектами, свойствами и величинами. Эмпирические же законы выражают связи между наблюдаемыми, конкретными предметами, свойствами и величинами. По этой же причине теоретические понятия, или термины, в принципе не могут быть определены или сведены к эмпирическим. Вот почему оказались бесплодными усилия позитивистов Венского кружка перестроить всю науку с помощью редукции всех теоретических понятий и законов к эмпирическим терминам и законам.

В каком же смысле мы можем тогда говорить о выводе эмпирических законов из теоретических? Для такого вывода необходимо прежде всего установить связь между теоретическими и эмпирическими терминами. Поскольку теоретический термин нельзя определить с помощью эмпирического, то речь может идти только об установлении определенного соответствия между ними. Между тем в литературе по методологии и логике науки нередко можно встретить утверждения о возможности операционального определения теоретических понятий (П. Бриджмен) или установления “соотносительных определений” (Г. Рейхенбах). В действительности же ни о каком определении теоретических понятий с помощью эмпирических говорить здесь не приходится. Пожалуй, ближе всего связь между теоретическими и эмпирическими терминами может быть пояснена с помощью представлений о словаре и интерпретации. В самом деле, когда мы истолковываем среднекинетическую энергию молекул газа как его температуру, то по сути дела переводим или интерпретируем эмпирически ненаблюдаемый термин - кинетическую энергию молекул - посредством эмпирического термина - температуры. Температура тела может не только восприниматься на ощупь, но и точно измерена. А это имеет немаловажное значение для определения тех параметров, которые встречаются в уравнениях, связывающих между собой величины, относящиеся к ненаблюдаемым объектам. В противном случае мы не имели бы никакой возможности проверить теоретические законы.

Соотношение между теоретическими и эмпирическими законами во многом аналогично отношению между абстрактными геометрическими системами и интерпретированными, или конкретными, геометриями. Изучая геометрию Евклида в школе, мы обычно связываем с такими ее основными понятиями, как “точка”, “прямая” и “плоскость”, определенные пространственные представления. Так, точку можно представлять в виде крохотного пятнышка на бумаге, прямую линию - как путь светового луча в пустоте или же тонкую натянутую нить, плоскость - как идеально ровную поверхность. Все эти образы представляют лишь интерпретации основных понятий геометрии, но отнюдь не их определения. С равным успехом мы могли бы избрать в качестве таких интерпретаций объекты совершенно другого рода: например, точку определить с помощью трех действительных чисел, прямую - с помощью линейного уравнения и т. д. Важно, чтобы свойства рассматриваемых объектов удовлетворяли соответствующим аксиомам геометрии. Вот почему в абстрактной геометрии хотя и пользуются терминами “точка”, “прямая” и “плоскость”, но не связывают с ними каких-либо конкретных образов, а тем более не определяют основные геометрические понятия с помощью этих образов.

Аналогичное положение существует и в наиболее развитых отраслях естествознания. Здесь также теоретические термины связываются с эмпирическими, с той, однако, существенной разницей, что для интерпретации теоретических терминов мы должны располагать знанием о конкретном механизме связи между ненаблюдаемыми объектами теории. Действительно, для того чтобы установить соответствие между средней кинетической энергией молекул газа и его температурой, мы должны допустить существование мельчайших частиц газа - молекул и дополнительно к этому руководствоваться определенными гипотезами о характере движения этих частиц. Конечно, на первых порах теоретические модели оказываются весьма приближенными. Так, например, молекулы первоначально уподобляли биллиардным шарикам, а законы их столкновения сводили к механическим законам удара идеально упругих тел. Постепенно, по мере того, как обнаруживалось несоответствие между предсказаниями теории и результатами опыта, вносились уточнения и исправления в теоретические представления и таким образом достигалось лучшее описание и объяснение соответствующих явлений.

Развитие естествознания со всей убедительностью свидетельствует о том, что переход от многочисленных эмпирических обобщений и законов к сравнительно небольшому числу фундаментальных теоретических законов и принципов содействует более углубленному и адекватному постижению сущности исследуемых явлений. Одновременно с этим происходит также концентрация информации об этих явлениях. Вместо многих десятков и даже сотен различных обобщений и эмпирических законов наука открывает несколько теоретических законов фундаментального характера, с помощью которых оказывается возможным объяснить не только сотни эмпирических законов, но и огромное количество самых разнообразных фактов, которые на первый взгляд кажутся совершенно не связанными друг с другом. Так, например, когда Ньютону с помощью законов движения и гравитации удалось связать воедино движение земных и небесных тел, то тем самым было покончено с прежними представлениями о делении мира на “земной” и “небесный”, подчиняющихся якобы совершенно различным законам.

Поиски фундаментальных теоретических законов характеризуют стремление к познанию взаимосвязи и единства материального мира. Самая главная трудность, с которой здесь встречаются ученые, состоит в том, чтобы найти такие общие принципы, из которых с помощью некоторых правил соответствия можно вывести логически эмпирически проверяемые законы. Этой цели в значительной мере были посвящены усилия А. Эйнштейна в последние десятилетия его жизни. Стремление установить связь между электромагнетизмом и гравитацией привело его к*.* идее создания единой теории поля. Однако до сих пор основным недостатком этой теории продолжает оставаться то, что с ее помощью не удалось вывести какие-либо эмпирически проверяемые законы. Такие же недостатки присущи попыткам создания единой теории материи, предпринятым В. Гейзенбергом в последние годы. Однако эти неудачи не обескураживают исследователей, ибо они сознают необычайную сложность самой проблемы.

4. Динамические и статистические законы

Если основой дихотомического деления законов на теоретические и эмпирические является их различное отношение к опыту, то другая важная их классификация основывается на характере тех предсказаний, которые вытекают из законов. В законах первого типа предсказания носят точно определенный, однозначный характер. Так, если задан закон движения тела и известны его положение и скорость в некоторый момент времени, то по этим данным можно точно определить положение и скорость тела в любой другой момент времени. Законы такого типа в нашей литературе называют *динамическими*. В зарубежной литературе их чаще всего именуют детерминистическими законами, хотя такое название, как мы увидим ниже, вызывает серьезные возражения.

В законах второго типа, которые получили название *статистических,* предсказания могут быть сделаны лишь вероятностным образом. В таких законах исследуемое свойство, признак или характеристика относятся не к каждому объекту или индивидууму, а ко всему классу, или популяции в целом. Так, когда говорят, что в данной партии продукции 90% изделий отвечает требованиям стандартов, то это вовсе не означает, что каждое изделие обладает 90% качеством. Само выражение в процентах показывает, что речь здесь идет лишь о некоторой части или пропорции из общего числа изделий, которые соответствуют стандарту. Об отдельном же изделии без дополнительного исследования мы не можем заранее сказать, является оно качественным или нет. Этот элементарный пример достаточно ясно иллюстрирует основную особенность всех статистических законов, предсказания которых относительно отдельных индивидуумов или случаев имеют неопределенный характер. Именно эта неопределенность и заставляет исследователя вводить вероятностные понятия и методы для определения и оценки исхода индивидуальных событий массового случайного типа.

Уже *классическая* концепция вероятности, нашедшая наиболее полное выражение в трудах П. С. Лапласа, дает возможность оценивать исходы простейших массовых событий случайного характера. В этой концепции вероятность интерпретируется как “отношение числа случаев благоприятствующих к числу всех возможных случаев”. При этом, конечно, предполагается, что различные случаи являются равновозможными. Однако такая интерпретация имеет довольно ограниченную область применения. Действительно, равновозможных событий, о которых говорится в вышеприведенном определении вероятности, может просто не быть. Азартные игры, которые исторически явились первой моделью для применения и разработки классической концепции вероятности, специально организованы таким образом, что их исходы являются одинаково возможными, или симметричными. Если, например, игральная кость изготовлена достаточно тщательно, то при ее бросании выпадение любого числа очков от 1 до 6 является одинаково возможным. Поскольку в данном примере имеется шесть равновозможных случаев, благоприятствующим же является какой-то один случай, то его вероятность будет равна 1/6. По такой же схеме подсчитывается вероятность событий, которые можно свести к равновозможным. Иногда это не удается сделать даже в сравнительно простых примерах. Так, если ту же игральную кость изготовить с дефектами, тогда выпадение каждой грани не будет равновозможным. Еще более противоречащими классической концепции являются примеры, взятые из физической, биологической и социальной статистики. Допустим, что вероятность того, что данное вещество из радиоактивного материала будет испускать α-частицу, равна 0,0374. Ясно, что этот результат никак нельзя представить по схеме равновозможных событий. Тогда нам пришлось бы допустить 10000 равновозможных исходов, из них только 374 считались бы благоприятствующими. В действительности же здесь имеются лишь две возможности: либо в следующую секунду вещество испустит частицу, либо нет. Чтобы преодолеть подобные трудности, защитники классической концепции широко использовали так называемый *принцип недостаточного основания, или одинакового распределения незнания.* Согласно этому принципу, два события считаются равновероятными, если у нас не имеется основания для предположения, что одно из них осуществится скорее, чем другое. Поскольку же в качестве основания зачастую здесь выступало состояние знаний познающего субъекта, то само понятие вероятности лишалось своего объективного значения.

*Частотная, статистическая* или, как ее иногда называют, *эмпирическая* концепция вероятности исходит не из наперед заданной, жесткой схемы равновозможных событий, а из действительной оценки частоты появления того или иного события при достаточно большом числе испытаний. В качестве исходного понятия здесь выступает относительная частота появления того или иного признака, характеристики, свойства, которые принято называть событиями в некотором множестве или пространстве событий. Поскольку относительная частота определяется с помощью некоторой эмпирической процедуры, то рассматриваемую вероятность иногда называют еще эмпирической. Это не означает, что само теоретическое понятие вероятности в ее статистической или частотной интерпретации можно определить непосредственно опытным путем. Как мы уже отмечали в предыдущей главе, никакого операционального определения для статистической вероятности дать нельзя, ибо помимо эмпирической процедуры при ее определении мы обращаемся к теоретическим допущениям. В самом деле, осуществив те или иные наблюдения или эксперименты, мы можем точно подсчитать, сколько раз интересующее нас событие встречается в общем числе всех испытаний. Это отношение и будет представлять относительную частоту данного события:

,

где *m* означает число появлений данного события, а *п -* число всех испытаний. Хотя указанное отношение может принимать самые различные численные значения, тем не менее, как показывает практика, для весьма широкого класса случайных массовых событий оно колеблется вокруг некоторого постоянного значения, если число наблюдений или экспериментов будет достаточно велико. Таким образом, тенденция к устойчивости частот обширного класса массовых случайных явлений, обнаруженная на практике, представляет объективную закономерность этих явлений. Абстрактное понятие вероятности как меры возможности наступления события отображает прежде всего этот факт приблизительного равенства относительной частоты вероятности при достаточно большом числе испытаний. Такой подход к вероятности защищается большинством современных специалистов по статистике. Он нашел свое выражение и в широко известном курсе “Математические методы статистики” Г. Крамера. “Всякий раз, - пишет он, - когда мы говорим, что вероятность события *Е* в эксперименте ξ равна *Р,* точный смысл этого утверждения заключается просто в следующем: практически несомненно, что частота события *Е* в длинном ряду повторений эксперимента ξ будет приблизительно равной *Р.* Это утверждение будет называться также частотной интерпретацией вероятности”*.*

Частотный подход к вероятности дает возможность лучше понять специфические особенности статистических закономерностей. Поскольку любое вероятностное утверждение в статистической интерпретации относится не к отдельному событию, а к целому классу однородных или сходных событий, постольку и объяснения и предсказания, полученные с помощью статистических законов, не имеют такого строго однозначного характера, какой присущ динамическим законам. Чрезвычайно важно также отметить, что, в то время как в динамической закономерности необходимость выступает как бы в чистом виде, в статистической закономерности она прокладывает себе дорогу через массу случайностей. В совокупном действии многочисленных случайностей обнаруживается определенная закономерность, которая и отображается статистическим законом.

Как уже отмечалось, статистические закономерности с чисто формальной точки зрения отличаются от закономерностей динамического типа тем, что не определяют значение исследуемой величины достоверным образом, а указывают лишь ее вероятностное распределение. Динамический закон по своей математической форме может быть представлен функциональной связью типа:

У=Ф(x1,х2,...хn).

Если заданы значения аргументов, то значение искомой функции определяется вполне однозначно. Статистические же законы характеризуют не поведение отдельных объектов, а скорее соотношения и зависимости, которые возникают вследствие совокупного действия целого ансамбля таких объектов. Поэтому они и выражают значения соответствующих величин вероятностным образом. Грубо говоря, статистика всегда дает нам какие-то средние величины, которые непосредственно нельзя приписать никакому индивидуальному объекту.

Вероятностный характер предсказаний статистических законов долгое время мешал тому, чтобы считать эти законы подлинно научными законами. Действительно, на первый взгляд может возникнуть впечатление, что статистические законы являются временным средством исследования, которое вводится лишь в целях удобства. И для такой точки зрения существуют даже некоторые основания. Так, например, многочисленные результаты, получаемые с помощью переписей, дают возможность в компактной и удобной форме обозреть огромную информацию, относящуюся к тысячам и миллионам людей. Однако в принципе эту информацию можно было бы выразить и в нестатистической форме. Статистика здесь вводится не потому, что иначе мы не можем описать индивидуумы, а именно в силу удобства.

Сложнее обстоит дело с объектами, изучаемыми физикой и химией. Описать поведение каждой молекулы чрезвычайно трудно, если не невозможно, но физики прошлого века считали, что такое описание в принципе возможно. Они полагали, что природа не ставит никаких границ ни для точности описания, ни для наблюдения и измерения. И хотя в XIX веке в физике было открыто немало статистических законов, тем не менее, ученые того времени считали их временным средством исследования. Они надеялись, что такие законы со временем будут заменены более точными динамическими законами.

Открытия в области микромира и возникновение квантовой механики в корне подорвали подобный механистический взгляд на мир. Существенную роль играет здесь принцип неопределенности В. Гейзенберга, согласно которому невозможно одновременно точно определить значения двух сопряженных величин квантово-механического объекта, например координаты и импульса микрочастицы. Новая физика явно свидетельствовала, что статистические законы присущи самому объективному миру. Эти законы возникают в результате взаимодействия большой совокупности объектов, будь то объекты атомного масштаба, биологические или социальные популяции.

В связи с широким применением статистических методов исследования и признанием самостоятельности законов вероятностного типа существенно меняется общий взгляд на науку, ее принципы и идеалы. В наиболее яркой форме это можно проследить на примере такого фундаментального принципа науки, каким является принцип *детерминизма.* Для сторонников механистического детерминизма Вселенная представлялась в виде огромной механической системы, каждое последующее состояние которой однозначно определялось ее предыдущим состоянием. Обычно для характеристики этой позиции приводят известные слова Лапласа из его работы “Опыт философии теории вероятностей”: “...мы должны рассматривать настоящее состояние Вселенной как следствие ее предыдущего состояния и как причину последующего”. Такая концепция детерминизма является прямым следствием механистического мировоззрения, то есть мировоззрения, переносящего идеи и методы классической механики Ньютона с ее строго динамическими законами на все процессы и явления мира. Поэтому детерминированность в этой концепции выступает прежде всего как предсказуемость на основе законов динамического типа, какими являются, в частности, законы классической механики. “Ум, - продолжает Лаплас, - которому были бы известны для какого-либо данного момента все силы, одушевляющие природу и относительное положение всех ее составных частей, если бы вдобавок он оказался достаточно обширным, чтобы подчинить эти данные анализу, обнял бы в одной формуле движения величайших тел Вселенной наравне с движениями легчайших атомов: не осталось бы ничего, что было бы для него недостоверно, и будущее, так же как и прошедшее, предстало бы перед его взором”. Лаплас ясно отдавал себе отчет, что подобная ситуация является идеализацией, поэтому он и предлагал использовать математический аппарат теории вероятностей для оценки частичных причин в сложных ситуациях. Однако, по-видимому, он считал, что вероятность отображает лишь степень нашего знания, а не объективную характеристику самих реальных явлений.

Вероятностный характер многих законов современной физики не гарантирует однозначности и достоверности предсказаний. Но случайность здесь рассматривается не сама по себе, а в связи с необходимостью. За совокупным действием различных факторов случайного характера, которые невозможно практически все охватить, статистические законы вскрывают необходимость которая прокладывает себе дорогу через ряд случайностей. Таким образом, и здесь с полным основанием можно говорить о детерминизме, т. е. такой обусловленности или определенности явлений, при которой они могут быть предсказаны лишь с той или иной степенью вероятности. Такое расширенное понятие детерминизма в качестве особого случая будет включать детерминизм лапласовского типа, если значение вероятности будет равно единице, т. е. если она превратится в достоверность.

Критикуя механистический детерминизм, Ф. Энгельс указывал, что случайное не может быть безразличным для науки. В то же время он подчеркивал, что изучить всю сеть каузальных отношений, даже в случае, скажем, с числом горошин в стручке, наука совершенно не в состоянии. “Более того: такая наука, которая взялась бы проследить случай с этим отдельным стручком в его каузальном сцеплении со все более отдаленными причинами, была бы уже не наукой, а простой игрой”. Именно поэтому задача науки и состоит в том, чтобы раскрыть законы, которые управляют, случаем и фиксируют необходимость. Концепция же механистического детерминизма, отмечал Энгельс, низводит эту необходимость до роли случайности.

И детерминизм, и причинность существенным образом связаны с категориями необходимости и закона. На этом основании Р. Карнап в своей последней книге призывает заменить всю дискуссию о значении понятия причинности исследованием различных типов законов, которые встречаются в науке. Анализ математической формы различных типов причинной зависимости, несомненно, играет важную роль при исследовании причинности. Но ограничиться этим - значило игнорировать особую специфику причинности и обеднить наш анализ действительности. Нам представляется, вряд ли оправданной получившая и в нашей литературе тенденция к отождествлению принципа причинности с принципом детерминизма.

Для установления причинной зависимости явлений приходится значительно абстрагироваться от усложняющих их факторов. “Чтобы понять отдельные явления, - указывает Энгельс, - мы должны вырвать их из всеобщей связи и рассматривать их изолированно, а в *таком случае* сменяющиеся движения выступают перед нами - одно как причина, другое как следствие”. Такую идеализацию легче всего осуществить в механике и классической физике, которые имеют дело с точно заданными силами и законами движения тел под воздействием этих сил. В сложных ситуациях не только науки, но и повседневной жизни чаще всего приходится встречаться с множеством причин. Именно поэтому здесь нередко ограничиваются выявлением частичных причин. Теория вероятностей, как указывал еще Лаплас, во многих случаях помогает выявить и оценить эти частичные причины. В таких случаях скорей всего вместо каузального анализа используется детерминистический анализ.

Принцип детерминизма с этой точки зрения выражает возможность предсказания некоторых событий, явлений, поведения тел в самых разнообразных ситуациях. Когда наступление события может быть предсказано с достоверностью, тогда для анализа таких событий вполне подходит классическая схема детерминизма. Другими словами, объяснение и предсказание явлений в этих случаях основывается на законах динамического типа. Сами эти законы, хотя и выявляют некоторые существенные связи, тем не менее, зачастую слишком огрубляют реальную действительность. Однако такое огрубление и схематизация не всегда возможны. Во всяком случае, там, где приходится встречаться с действием многократно повторяющихся случайных факторов, событий и явлений, исследование часто обнаруживает некоторую устойчивую закономерность, открытие которой впоследствии дает возможность делать вероятностные предсказания относительно появления тех или иных случайных событий.

Вероятностный характер статистических законов свидетельствует, таким образом, не о крушении детерминизма вообще, а об ограниченности старых представлений о детерминизме, в основе которых лежит убеждение в том, что мир управляется исключительно законами динамического типа.

5. Методы эмпирического исследования

В науке основными формами эмпирического исследования являются наблюдение и эксперимент. Исходной эмпирической процедурой служит наблюдение.

5.1 Наблюдение

Научное наблюдение представляет целенаправленное и организованное восприятие предметов и явлений окружающего мира. Связь наблюдения с чувственным познанием очевидна: любой процесс восприятия связан с переработкой и синтезом тех впечатлений, которые познающий субъект получает от внешнего мира. Активная его роль проявляется прежде всего в том, что наблюдатель, особенно в науке, не просто фиксирует факты, а сознательно ищет их, руководствуясь некоторой идеей, гипотезой или прежним опытом. Сторонники эмпиризма, чтобы гарантировать чистоту и надежность данных опыта, требуют сбора данных и фактов без какой - либо предварительной гипотезы или руководящей идеи. Наблюдения в науке характеризуются также тем, что их результаты требуют определенной интерпретации, которая осуществляется с помощью некоторой теории. Интерпретация данных наблюдения как раз и дает возможность ученому оделять существенные факты от несущественных, замечать то, что неспециалист может оставить без внимания и даже совершенно не обнаружить.

5.1.1 Основные функции наблюдения

Наблюдение в научном исследовании призвано осуществлять три основные функции. Первая и важнейшая из них состоит в обеспечении той эмпирической информацией, которая необходима как для постановки новых проблем и выдвижении новых гипотез, так и для последующей их проверки. Вторая функция наблюдения состоит в проверке таких гипотез и теорий, которую нельзя осуществить с помощью эксперимента. Третья функция наблюдения заключается в том, что в его терминах осуществляется сопоставление результатов, полученных в ходе теоретического исследования, проверяется их адекватность и истинность.

5.2 Эксперимент

Эксперимент - специальный метод эмпирического исследования, обеспечивает возможность активного практического воздействия на изучаемые явления и процессы. Он может осуществить такое вмешательство путем непосредственного воздействия на изучаемый процесс или изменить условия, в которых происходит этот процесс. И в том и другом случае результаты испытания точно фиксируются и контролируются. Таким образом, дополнение простого наблюдения активным воздействием на процесс превращает эксперимент в весьма эффективный метод эмпирического исследования. Этой эффективности в немалой степени содействует также тесная связь эксперимента с теорией. Идея эксперимента, план его проведения и интерпретация результатов в гораздо большей степени зависят от теории, чем поиски и интерпретации данных наблюдения. Общая структура эксперимента будет отличаться от наблюдения тем, что в нее кроме объекта исследования и самого исследователя обязательно входят определенные материальные средства воздействия на изучаемый объект. По своей основной цели все эксперименты можно разделить на две группы. К первой, самой большой группе следует отнести эксперименты, с помощью которых осуществляется эмпирическая проверка той или иной гипотезы или теории. Меньшую группу составляют так называемые поисковые эксперименты, основное назначение которых состоит не в том, чтобы проверить, верна или нет какая-то гипотеза, а в том, чтобы собрать необходимую эмпирическую информацию для построения или уточнения некоторой догадки или предположения.

6 Гипотеза и индуктивные методы исследования

В разрешении противоречия между новыми фактами и старыми теоретическими представлениями важнейшая роль принадлежит гипотезе. Прежде чем будет построена новая теория, гипотеза должна объяснить факты, противоречащие старой теории, пока не будет заменена другой гипотезой или не станет законом. Важнейшая функция гипотез в опытных науках состоит в расширении и обобщении известного эмпирического материала. С помощью гипотезы мы стремимся расширить наше знание, эктраполируя найденную в результате непосредственного исследования конечного числа случаев закономерность на все число возможных случаев.

6.1 Гипотеза как форма научного познания

Под гипотезой понимают всякое предположение, догадку или предсказание, основывающиеся либо на предшествующем знании, либо на новых фактах, но чаще всего - на том и другом одновременно. Гипотеза не просто регистрирует и суммирует известные старые и новые факты, а пытается дать им объяснение, в силу чего ее содержание значительно богаче тех данных, на которые она опирается. Любая гипотеза строится на основе определенных фактов или знаний, которые называются ее посылками, данными или свидетельствами. Между посылками и самой и самой гипотезой существует определенная логическая взаимосвязь, которую обычно называют логической или индуктивной вероятностью. Под вероятностью гипотезы понимают степень подтверждения ее всеми, непосредственно относящимися к ней данными или свидетельствами. Поскольку вероятность гипотезы характеризует логическое отношение между посылками и самой гипотезой, то ее называют логической вероятностью. С теоретико-познавательной точки зрения различие между гипотезой и ее эмпирическими данными, или свидетельствами, проявляется в том, что данные относятся к строго фиксированным, конкретным фактам, наличие которых может быть засвидетельствовано объективными средствами исследований. Совокупность гипотез различной общности и вероятности вместе с установленными законами образуют уже теоретическую систему, научную теорию.

6.2 Гипотетико-дедуктивный метод

Гипотетическими называют рассуждения или умозаключения, которые делаются из некоторых гипотез или предположений. Посылками такого рассуждения могут быть гипотезы в собственном смысле этого слова, т.е. суждения, которые могут оказаться как истинными так и ложными. *Гипотетико-дедуктивный метод в классическом естествознании.* Естествознание и опытные науки имеют дело прежде всего с данными наблюдений и результатами экспериментов. После соответствующей обработки опытных данных ученый стремится понять и объяснить их теоретически. Гипотеза и служит в качестве предварительного объяснения. Но для этого необходимо, чтобы следствия из гипотезы не противоречили опытным фактам. Поэтому логическая дедукция следствий из гипотезы служит закономерным этапом научного исследования.

6.3 Математическая гипотеза

По своей логической структуре математическая гипотеза представляет разновидность гипотетико-дедуктивного метода. *Сущность математической гипотезы и область ее применения.* Одной из наиболее распространенных форм выражения количественных зависимостей между различными величинами являются математические уравнения. Если мы попытаемся так или иначе изменить данное уравнение, то из него можно получить целый ряд новых следствий, которые могут оказаться или совпадающими с экспериментом, или противоречащими ему. Математическая гипотеза приводит к выражениям, совпадающим или расходящимся с опытом, и соответственно этому применяется дальше или отбрасывается. Проблематический момент в методе математической гипотезы состоит в том, что некоторую закономерность, выраженную в виде определенного математического уравнения, переносят с известной области явлений на неизвестную. Разумеется, что подобный перенос всегда сопровождается некоторой модификацией первоначального уравнения. Математическая гипотеза, основанная на экстраполяции абстрактных математических структур, на новые области познания, служит одним из действенных методов логико-математического исследования.

7. Роль законов в научном объяснении и предсказании

Объяснение явлений окружающей нас природы и социальной жизни составляет одну из основных задач естествознания и общественных наук. Задолго до возникновения науки люди пытались так или иначе объяснить окружающий их мир, а также собственные психические особенности и переживания. Однако такие объяснения, как правило, оказывались неудовлетворительными, ибо зачастую основывались либо на одушевлении сил природы, либо на вере в сверхъестественные силы, бога, судьбу и т. п. Поэтому они, в лучшем случае, могли удовлетворить психологическую потребность человека в поисках какого-либо ответа на мучившие его вопросы, но отнюдь не давали истинного представления о мире.

Реальные объяснения, которые можно назвать подлинно научными, появились вместе с возникновением самой науки. И это вполне понятно, так как научные объяснения опираются на точно сформулированные законы, понятия и теории, которые отсутствуют в обыденном познании. Поэтому адекватность и глубина объяснения окружающих нас явлений и событий во многом зависит от степени проникновения науки в объективные закономерности, управляющие этими явлениями и событиями. В свою очередь сами законы могут быть по-настоящему поняты только в рамках соответствующей научной теории, хотя они и служат тем концептуальным ядром, вокруг которого строится теория.

Нельзя, конечно, отрицать возможности и полезности объяснения некоторых простейших явлений на основе эмпирического обобщения наблюдаемых фактов. Такие объяснения также относятся к числу реальных, но ими ограничиваются лишь в обыденном, стихийно-эмпирическом познании, в рассуждениях, основанных на так называемом здравом смысле. В науке же не только простые обобщения, но и эмпирические законы стремятся объяснить с помощью более глубоких теоретических законов. Хотя реальные объяснения могут быть весьма различными по своей глубине или силе, тем не менее все они должны удовлетворять двум важнейшим требованиям.

Во-первых, всякое реальное объяснение должно строиться с таким расчетом, чтобы его доводы, аргументация и специфические характеристики имели непосредственное отношение к тем предметам, явлениям и событиям, которые они объясняют. Выполнение этого требования представляет необходимую предпосылку для того, чтобы считать объяснение адекватным, но одного этого условия недостаточно для правильности объяснения.

Во-вторых, любое объяснение должно допускать принципиальную проверяемость. Это требование имеет чрезвычайно важное значение в естествознании и опытных науках, так как дает возможность отделять подлинно научные объяснения от всякого рода чисто спекулятивных и натурфилософских построений, также претендующих на объяснение реальных явлений. Принципиальная проверяемость объяснения вовсе не исключает использования в качестве аргументов таких теоретических принципов, постулатов и законов, которые нельзя проверить непосредственно эмпирически. Необходимо только, чтобы объяснение давало возможность выведения некоторых следствий, которые допускают опытную проверку.

8. Общая структура научного объяснения

По своей логической структуре объяснение представляет рассуждение или умозаключение, посылки которого содержат информацию, необходимую для обоснования результата или заключения такого рассуждения.

В современной литературе по теории объяснения все посылки умозаключения, ставящего своей целью объяснение, чаще всего обозначают термином “эксплананс” (от лат. e*xplanans -* объясняющий), а результат умозаключения - термином “экспланандум” (от лат. e*xplanandum -* то, что надлежит объяснить).

Характер объяснения зависит, таким образом, во-первых, от того вида логического рассуждения, который используется для объяснения, и, во-вторых, от типа посылок, которые служат в качестве эксплананса. Эксплананс и экспланандум составляют две необходимые части всякого объяснения, связанные друг с другом логическим отношением выводимости, или следования. Если экспланандум с логической необходимостью следует из эксплананса, то такое объяснение называют дедуктивным, так как в этом случае оно осуществляется по схеме дедуктивного рассуждения. Во многих случаях приходится, однако, довольствоваться более слабым, индуктивным рассуждением, посылки которого лишь с той или иной степенью вероятности подтверждают заключение или экспланандум.

Нередко говорят, что объяснение в принципе может осуществляться без привлечения каких бы то ни было законов. Действительно, нередко для объяснения одного явления, события или факта мы ссылаемся на другой факт, явление или событие, а не на явно сформулированные законы. Так, когда объясняют возникновение ржавчины на металлических предметах, то в качестве причины указывают сырой воздух, контакт с водой и другие подобные факты. Такого рода объяснения встречаются преимущественно в повседневной жизни, где объяснения опираются на простейшие эмпирические обобщения. Эти обобщения кажутся нам настолько привычными и самоочевидными, что они не фигурируют в самом процессе объяснения, хотя их легко и выявить. То же самое иногда происходит и в науке, когда законы, объясняющие явления, кажутся всем известными и очевидными, поэтому их явно и не формулируют. Таким образом, все объяснения с помощью отдельных явлений, событий и фактов по сути дела являются объяснениями с помощью законов, хотя в явном виде сами законы при этом могут и не фигурировать. Вот почему такого рода объяснения иногда называют замаскированными объяснениями с помощью законов.

При логическом анализе конкретных примеров научного объяснения все посылки, на которых оно строится, должны быть выражены явным образом. В противном случае нельзя будет осуществить логический вывод экспланандума из эксплананса, а потому нельзя будет признать корректным само объяснение. Что касается структуры эксплананса, то в нем можно выделить посылки двух видов. Наиболее существенное значение имеют те посылки, в которых выражаются законы, принципы и другие универсальные положения науки. С их помощью удается обеспечить вывод не только других, менее общих законов и положений науки, но и утверждений о тех или иных конкретных явлениях или событиях. В последнем случае эксплананс должен содержать также такие посылки, которые характеризуют те или иные специфические условия или свойства, ибо без этого невозможен переход от общих утверждений к единичным.

Доминирующая роль законов в процессе научного объяснения наиболее сильно подчеркивается при так называемом эссенциалистском подходе, т. е. тогда, когда смысл объяснения сводится к раскрытию сущности реальных явлений и событий. B общем виде эта точка зрения не вызывает возражения, так как действительное объяснение достигается только тогда, когда раскрываются внутренние, существенные связи объясняемых явлений, событий или даже закономерностей. Вряд ли, однако, следует сводить объяснение к установлению логической связи “между отображением объясняемого объекта в языке и законом науки”. Сущность явлений, особенно сложных, может быть раскрыта зачастую лишь с помощью теории, представляющей не простую совокупность и даже не систему, состоящую из одних законов, а включающую в себя элементы и другого рода (исходные принципы, определения, гипотезы и различные утверждения теории). Подобно тому, как теоретический закон превосходит эмпирический по своей объясняющей силе, так и теория в целом дает более глубокое обоснование, чем любой отдельный закон или совокупность таких законов. Теория как наиболее развитая форма научного объяснения возникает, как правило, после открытия ряда отдельных законов той или иной области реального мира. Разумеется, верно, что законы составляют концептуальное ядро любой теоретической системы опытного знания. Но из этого вовсе не вытекает, что объяснение, опирающееся на теорию, всецело основывается на законах, а само противопоставление объяснения с помощью теории квалифицируется как иллюзорное.

По нашему мнению, в качестве общих посылок эксплананса любого научного объяснения или даже объяснения на уровне здравого смысла можно использовать обобщения самого различного характера. Наиболее совершенными считаются обычно объяснения, посылки которых содержат законы и теории науки универсального характера. Менее привлекательными выглядят объяснения, основанные на статистических законах. Гораздо менее надежными считаются объяснения, основанные на простых индуктивных обобщениях эмпирического опыта, к которым принадлежат объяснения, встречающиеся в повседневной жизни. Все перечисленные примеры представляют реальные объяснения, хотя и раскрывают сущность объясняемых явлений с различной степенью глубины и полноты.

8.1 Дедуктивная модель научного объяснения.

Объяснения, с которыми приходится встречаться, в науке, можно классифицировать по различным основаниям деления: характеру логической связи эксплананса с экспланандумом, составу и природе посылок, входящих в эксплананс, в частности по виду законов, которые фигурируют в посылках, и многим других признакам. Наиболее важной нам представляется классификация по способу логической связи эксплананса с экспланандумом, т.е. по тому способу, который используется для логического вывода объясняемого тезиса из объясняющих его посылок. Как мы уже отмечали, двумя основными формами логических умозаключений, применяемыми для объяснения, являются дедуктивные и индуктивные выводы. Соответственно этому мы и выделяем дедуктивную и индуктивную модели или схемы объяснения.

Дедуктивная модель научного объяснения является наиболее распространенной. Особенно широко ею пользуются в тех науках, законы которых могут быть выражены в точной математической форме (астрономия, механика, физика, физическая химия, молекулярная биология, математическая экономика и др.). Поскольку посылки дедуктивного вывода обеспечивают логически необходимый характер заключения, т.е. в нашем случае экспланандума, то естественно, что эта модель объяснения предпочитается индуктивной, где связь между посылками и заключением имеет не достоверный, а только вероятный характер. Важно при этом обратить внимание на то, что дедукция здесь понимается не в старом смысле традиционной логики, как умозаключение от общего к частному, а как любой вывод, заключение которого следует из имеющихся посылок с логической необходимостью, точно по принятым правилам дедукции.

Чтобы лучше понять дедуктивную модель объяснения, рассмотрим в качестве иллюстрации конкретный пример из действительной истории науки. Речь идет об объяснении “неправильностей”, или иррегулярностей, в движении планеты Уран. Эти иррегулярности нельзя было объяснить притяжением других, в то время известных планет Солнечной системы. Поэтому Леверье (и независимо от него Адаме) предположил, что они вызываются гравитационным воздействием новой, до сих пор неизвестной планеты. Последующие наблюдения блестяще подтвердили его гипотезу и тем самым предложенный им способ объяснения. Если логически реконструировать ход рассуждений Леверье, то их можно представить в виде следующей схемы. Во-первых, он исходил из ньютоновских универсальных законов движения и закона всемирного тяготения, которые в своей совокупности составляют большую посылку эксплананса. Во-вторых, в качестве меньшей посылки он использовал специфические характеристики планет Солнечной системы (их взаимные расстояния, массы, размеры и т.п.). Все эти посылки, вместе взятые, не смогли объяснить иррегулярности в движении Урана, Поэтому в качестве дополнительной меньшей посылки Леверье включил информацию о характере и величине наблюдаемых иррегулярностей в движении Урана. Опираясь на все перечисленные посылки, он смог вычислить период обращения, массу, орбиту и другие характеристики неизвестной, новой планеты, гравитационным воздействием которой и объяснил неправильности в движении Урана. Примечательно, что в этом примере объяснение органически связано с предсказанием.

Итак, мы видим, что в дедуктивной модели объяснение выступает как результат логического вывода объясняемого явления из объясняющих его посылок, причем главная роль в этих посылках принадлежит законам науки, универсальным утверждениям, в которых формулируются объективно необходимые, инвариантные отношения между предметами и явлениями реального мира. Большей частью при дедуктивном объяснении используются законы динамического типа или номические структуры вообще (т.е. общие высказывания, имеющие форму закона). Вот почему этот тип объяснения нередко характеризуют как дедуктивно-номологический. Такие объяснения обычно предпочитаются всем другим, так как их результат, или экспланандум, имеет достоверный, а не вероятный или проблематический характер.

Схематически дедуктивно-номологическая модель объяснения может быть представлена так:

Большая посылка:

эксплананс

L1, L2,...Lk-1,Lk

Меньшая посылка:

C1,C2,...Ck-1,Ck

экспланандум *Е*

Символами L1, L2,...Lk-1,Lk здесь обозначены универсальные законы динамического типа, или номические структуры вообще. C1,C2,...Ck-1,Cp представляют конкретные характеристики или условия, которые описывают некоторые специфические особенности рассматриваемых явлений. В математическом естествознании, в частности в математической физике, эти характеристики принято называть начальными условиями. Без них, вообще говоря, невозможен логический вывод утверждений, характеризующих отдельные, конкретные события, явления и предметы. Такого рода объяснения часто называют *фактуальными,* поскольку в этом случае цель объяснения сводится к объяснению некоторого факта. С логической точки зрения фактуальное объяснение сводится к дедукции экспланандума из соответствующего эксплананса, хотя объяснение в конечном итоге относится к некоторым реальным событиям, явлениям или предметам. В экспланандуме фактуального объяснения как раз и отображаются определенные свойства, аспекты или отношения индивидуальных предметов, событий и явлений. Правда, в некоторых случаях приходится встречаться и с известным обобщением или группировкой фактов, но все такие операции обычно не выходят за рамки эмпирического исследования.

Как мы уже отмечали, дедукция фактов или эмпирических высказываний единичного характера осуществляется с помощью законов простейшего типа, которые мы назвали эмпирическими. В повседневных рассуждениях вместо них обычно фигурируют элементарные индуктивные обобщения из нашего обыденного опыта. В случае гипотетических объяснений в роли законов выступают те или иные гипотезы.

Другой важной разновидностью дедуктивных объяснений являются объяснения, экспланандумом которых служат законы науки. В данном случае мы имеем дело с логическим выводом одних законов из других. Законы, которые встречаются в посылках эксплананса, должны обладать большей логической силой, чем закон, представленный в экспланандуме. Под термином “логическая сила” при этом понимается не что иное, как допустимость дедукции. Иными словами, если из одного утверждения или закона логически вытекает (дедуцируется) другое утверждение или закон, то первые из них считаются логически сильнее, чем вторые. Нередко также говорят, что чем логически сильнее закон, тем большей объясняющей силой он обладает.

Наиболее интересными случаями объяснения законов являются те, в которых менее глубокие и ограниченные законы объясняются с помощью более общих и глубоких законов, раскрывающих внутренний механизм протекания явлений. Типичным в этом смысле является соотношение между эмпирическими и теоретическими законами. В то время как первые выражают связи между эмпирически наблюдаемыми свойствами, величинами и отношениями реальных процессов и явлений, вторые характеризуют их более глубокие связи и структуру. Вследствие этого теоретические законы можно использовать для объяснения эмпирических законов: такое объяснение осуществляется с помощью логической дедукции эмпирических законов из теоретических. В данном случае в качестве экспланандума выступают эмпирические законы, а эксплананса-теоретические. Подобная дедукция оказывается возможной лишь тогда, когда теоретическим терминам дается соответствующая интерпретация и они связываются с эмпирическими с помощью некоторых правил соответствия. Эти правила наряду с теоретическими законами служат необходимой предпосылкой для вывода эмпирических законов, а следовательно, и для их объяснения.

Непосредственный вывод одних законов из других возможен лишь в том случае, когда и объясняющие и объясняемые законы относятся к одному типу или уровню познания. Так, например, располагая общим уравнением или законом газового состояния

PV=RT,

мы можем вывести из него эмпирически установленные Законы Бойля - Мариотта (P⋅V = *const.)* и Шарля - Гей-Люссака [vt = v0(1 + at0)]*.* В первом случае для этого достаточно принять температуру постоянной, а во втором - считать постоянным давление. По-видимому, в ряде случаев можно также говорить о дедукции менее общих теоретических законов из более общих.

Наконец, наиболее развитой формой дедуктивного объяснения является объяснение с помощью *теории.* В этом случае в качестве объясняющей посылки выступает не отдельный теоретический закон или некоторая их совокупность, а по крайней мере дедуктивное ядро теории: все ее исходные посылки и принципы, из которых в дальнейшем логически выводятся все другие положения теории, в том числе и те, которые имеют своей целью объяснение некоторых фактов и законов. Само собой разумеется, что при этом учитываются также определенные правила соответствия, которые связывают теорию с эмпирией.

8.2 Индуктивная модель объяснения

В последние десятилетия в логике и методологии все более широкое применение получает другая модель или схема научного объяснения, которая, правда, не обладает той убедительной силой и достоверностью, какая присуща дедуктивной модели. На этом основании ее иногда считают лишь временной попыткой объяснения, своего рода суррогатом, к которому приходится прибегать лишь в силу невозможности достижения более полного объяснения. Такой подход во многом определяется самим отношением к индукции, которая лежит в основе указанной модели объяснения. В самом деле, в то время как заключение дедуктивного вывода с логической необходимостью вытекает из посылок, заключение индукции, как правило, лишь в той или иной степени подтверждается этими посылками. Иными словами, если заключение дедукции имеет достоверный характер, то индукция обеспечивает лишь вероятные заключения. Вот почему сами индуктивные рассуждения иногда рассматривают лишь как эвристический способ мышления.

Необходимость обращения к индукции большей частью диктуется тем, что во многих объяснениях эмпирических наук приходится иметь дело со статистическими законами, выраженными в форме вероятностных утверждений. Как уже отмечалось, статистические законы в отличие от динамических характеризуют не индивидуальные события и явления, а только группы или классы однородных событий массового характера. Проще говоря, то, что утверждается в универсальном законе динамического типа, может быть перенесено на любой индивидуальный объект или событие. Статистические законы по своей природе не допускают такой возможности. Тем не менее, и такого рода законы можно использовать для объяснения и предсказания отдельных явлений и событий. В этих целях как раз и вводится теоретическое понятие вероятности, которое характеризует меру возможности осуществления события. Полнота объяснения и надежность предсказания в этом случае будут ниже, чем тогда, когда применяются универсальные законы динамического типа. Однако во многих важных ситуациях мы не располагаем подобными законами и поэтому должны обратиться к индуктивной схеме объяснения. Логический процесс, который мы используем для такого объяснения, очень часто определяют как индуктивную, или логическую вероятность. Он характеризует определенный тип связи между посылками и заключением объяснения, т.е. экспланансом и экспланандумом. Эта вероятность по своему значению существенно отличается от вероятности статистической, с которой мы встречаемся при формулировке законов массовых случайных явлений в физике, биологии и социологии. Во избежание недоразумений следовало, быть может, просто называть логическую вероятность индукцией, но с этим термином также связаны нежелательные ассоциации. Дело в том, что в традиционной логике под индукцией обычно понимается процесс рассуждения, идущий от частного к общему. В современной же индуктивной логике этим термином обозначается всякое рассуждение или умозаключение, посылки которого в той или иной степени подтверждают заключение, т.е. по сути дела вероятностное высказывание. Важно также отметить, что формальная структура индуктивной вероятности хорошо описывается известными еще со времен Бернулли и Лапласа аксиомами исчисления вероятностей. Вот почему нам кажется целесообразным сохранить термин “логическая, или индуктивная, вероятность” при описании схемы индуктивного объяснения или предсказания.

Общая схема индуктивно-статистического объяснения может быть представлена в следующем виде:

эксплананс (посылки делают

 вероятным заключение)

экспланандум вероятно *А*

Большая посылка эксплананса такого объяснения представляет статистический закон, поэтому из него при фиксированных первоначальных условиях (меньшая посылка Вi) может быть выведено лишь индуктивное заключение об отдельном событии или явлении *А.* Это заключение имеет также вероятностный характер, но сама вероятность здесь существенно отличается от статистической, ибо она выражает непосредственно не информацию о реальных событиях, а характер логической связи между посылками и заключением индуктивного объяснения. Поскольку заключение или экспланандум объяснения здесь логически не вытекает из посылок, а лишь в той или иной степени подтверждается ими, то в самой схеме мы отделяем эксплананс от экспланандума двойной чертой и дополнительно указываем на вероятностный характер заключения. Если величина этой вероятности, или степень подтверждения, является известной, то она может быть точно указана в самой символической записи. В этом случае экспланандум индуктивно-статистического объяснения можно записать в следующем виде:

Pинд.(А/Вi)=k.

Это выражение представляет символическую запись индуктивного заключения А при наличии некоторой совокупности условий *Вi.* Таким образом, мы видим, что в индуктивно-статистическом объяснении используются две основные формы вероятности: статистическая и индуктивная (логическая). Если первая обеспечивает нас информацией о свойствах и закономерностях реального мира, то вторая устанавливает связь между экспланансом и экспланандумом объяснения.

При индуктивном объяснении с самого же начала возникает вопрос о том, какую степень подтверждения или логической вероятности следует признать достаточной для объяснения. Очевидно, если эта вероятность будет не больше половины, то такое объяснение вряд ли можно считать достаточно обоснованным. Равным образом мы не признаем надежным предсказание, вероятность которого не превосходит половины. Это обстоятельство существенно ограничивает класс индуктивных объяснений. Так, К. Гемпель относит к числу индуктивно-статистических объяснений только такие, степень вероятности которых приближается к 1. Иными словами, такого рода объяснения по существу приближаются к дедуктивным, так как их экспланандум вытекает из эксплананса почти с практической достоверностью (хотя теоретически практическая достоверность и отличается от достоверности дедуктивного заключения). В качестве конкретной иллюстрации Гемпель приводит пример с вытаскиванием шаров из урны, который достаточно ясно выражает его основную идею. Допустим, что мы наудачу вытаскиваем шар из урны, в которой находятся 999 белых и один черный шар. Если шары хорошо перемешаны, то вероятность извлечения белого Шара будет весьма велика (р = 0,999). Этот факт легко объяснить статистическими соображениями. Подобным же образом, по мнению Гемпеля, статистические законы, используемые при индуктивном объяснении, должны обладать такой высокой вероятностью, чтобы на их основе можно было делать надежные предсказания и объяснения. Некоторые авторы вообще отрицают правомерность индуктивного объяснения, утверждая, что в случае статистических обобщений и законов мы имеем дело не с объяснением, а с недостаточно надежными правилами недедуктивных умозаключений*.* Нетрудно заметить, что подобный подход к объяснению основывается на том, что единственно допустимой формой рассуждений в науке признается только дедукция, индуктивным же заключениям в лучшем случае отводится эвристическая роль. Вряд ли с таким подходом можно согласиться. Если индуктивно-статистические объяснения не признают за подлинные, полноценные объяснения, тогда следует также отказаться и от предсказаний, основанных на таких предпосылках. Но с этим не согласятся даже самые радикальные дедуктивисты.

И с теоретической и с практической точек зрения индуктивная модель объяснения играет существенную роль в науке. Часто она может значительно облегчить поиски более привычного дедуктивного объяснения, но во многих случаях сама проблема не допускает такого объяснения, и поэтому приходится обращаться к индукции и статистике.

В заключение остановимся на выяснении логической связи между дедуктивным и индуктивным объяснением. Поскольку индуктивный вывод допускает более ослабленные требования, чем дедуктивный, то целесообразно рассматривать индукцию как более общий тип рассуждения. Соответственно такому подходу мы будем выражать статистические законы в форме обобщенной, *вероятностной импликации,* впервые введенной Г. Рейхенбахом, а обычные универсальные законы динамического типа - в виде общей импликации математической логики.

В статистическом законе, как и любом вероятностном утверждении, можно выделить две части: в первой из них - антецеденте - формулируются условия, при осуществлении которых с той или иной вероятностью может произойти интересующее нас событие случайного массового характера, т.е. консеквент импликации. Так как при статистической интерпретации речь идет не об индивидуальных событиях, а о классе подобных событий, то в вероятностной импликации мы должны рассматривать не отдельные высказывания, а классы высказываний, которые можно выразить с помощью пропозициональных функций, или функций-высказываний. Тогда саму вероятностную импликацию символически можно представить в следующем виде:

Универсальный квантор (*i*) перед импликацией показывает, что она распространяется на все случаи из некоторого класса событий. Антецедент *хi*, *А* обозначает класс тех событий *А*, при осуществлении которых с вероятностью равной *р* возникает событие *у* из класса *В:*

*Уi В.* Так, например, если рассматривать явления, связанные с радиоактивным распадом химических элементов (события класса *А*), то каждому элементу будет соответствовать определенная вероятность его превращения в другие элементы в течение некоторого времени, которую обычно характеризуют как период полураспада.

Существенное отличие вероятностной импликации от обычной состоит в том, что если в последнем случае истинность антецедента всегда влечет и истинность консеквента, то в первом случае истинный антецедент обеспечивает лишь определенную вероятность консеквента. Если степень вероятности *р* будет равна 1, тогда вероятностная импликация превращается в обычную. Мы видим отсюда, что дедуктивное объяснение можно рассматривать как особый случай индуктивного, когда степень вероятности экспланандума становится равной 1 и, следовательно, вероятный вывод становится достоверным.

Индуктивные объяснения, степень вероятности которых приближается к так называемой практической достоверности, т.е. весьма близка к 1, хотя по своему результату сходны с дедуктивными, тем не менее составляют особый вид, и поэтому Гемпель совершенно правильно относит их именно к индуктивным. Дело в том, что, несмотря на большую степень вероятности, их заключение в принципе может оказаться и неверным, так что здесь всегда имеется элемент неопределенности. Эта неопределенность будет возрастать по мере уменьшения величины вероятности. Поэтому индуктивные объяснения, степень вероятности заключения которых не превышает половины, на практике не будут считаться подлинными объяснениями.

8.3 Научное предсказание

Предвидение новых ситуаций, событий и явлений составляет важнейшую особенность человеческого познания и целенаправленной деятельности вообще. В элементарной форме эта особенность присуща и высшим животным, поведение которых строится на основе условных рефлексов. Однако о подлинном предвидении можно говорить лишь тогда, когда оно основывается на сознательном применении тех или иных закономерностей, выявленных в процессе развития науки и общественной практики.

Научные предсказания, опирающиеся на точно сформулированные законы и теории, генетически возникают из предвидений и эмпирических прогнозов, которые задолго до возникновения науки люди делали на основе простейшего обобщения своих наблюдений над явлениями природы. Такие прогнозы не отличались большой точностью, поскольку они строились на наблюдениях тех связей явлений, которые легче всего бросались в глаза. Но уже здесь люди интуитивно сознавали закономерную связь между явлениями и их различными свойствами. Так, предсказание погоды по форме облаков, характеру заката, движению ветра, температуре воздуха и другим приметам часто приводит опытных людей к правильным выводам. Однако такой прогноз в значительной мере основывается на знании не объективных законов природы, а скорее различных внешних проявлений этих закономерностей. Даже классическая метеорология свои прогнозы строит большей частью на основе эмпирического исследования распределения давлений воздуха, формы облаков, скорости движения ветра и некоторых других факторов. Естественно поэтому, что такие прогнозы могут делаться только на сравнительно короткое время, да и то не всегда сбываются. Причина этого состоит в том, что они не опираются на глубокие внутренние закономерности и теории, управляющие процессами формирования погоды в различных регионах земного шара. Поэтому современная теоретическая метеорология стремится открыть как раз именно такие законы, с помощью которых можно было составлять долгосрочные прогнозы. Этот пример достаточно ясно показывает, что надежность, точность и временные границы предсказания самым тесным образом зависят от характера законов или обобщений, используемых в процессе предсказания.

Как и при объяснении, так и при предсказании наиболее надежными являются заключения, опирающиеся на универсальные законы динамического типа. Такими являются, например, предсказания результатов движения различных небесных тел в астрономии и многие другие предсказания в так называемых точных науках. Но и здесь часто приходится прибегать к вероятностно-статистическим, или *стохастическим* предсказаниям (квантовая механика, теория “элементарных частиц”, космология и др.). В биологии же и социальных науках удельный вес стохастических предсказаний неизмеримо выше.

Органическая связь между объяснением и предсказанием выражается, не только в характере использования законов, но прежде всего в том, что объяснение служит основой для предвидения. Действительно, если мы можем объяснить сущность или причину возникновения того или иного явления, то мы всегда можем предсказать его появление. Как мы уже видели, Леверье и Адаме, объяснив иррегулярности в движении планеты Уран, предсказали существование новой, до этого неизвестной планеты Нептун. Д. И. Менделеев, открыв свой знаменитый периодический закон, смог объяснить химические свойства элементов. Опираясь на это, он предсказал существование новых химических элементов и приблизительно верно описал их свойства. Число подобных примеров можно было увеличить, Все они свидетельствуют о том, что подлинно научное объяснение обладает потенциальной предсказывающей силой. Этот вывод получил аргументированное обоснование в известной статье К. Гемпеля и П. Оппенгейма “Логика объяснения”, где они подчеркивают, что в той мере, в какой мы в состоянии объяснить эмпирические факты, мы можем достичь высшей цели научного исследования, а именно - не просто регистрировать явления нашего опыта, но познать, опираясь на них, теоретические обобщения, дающие нам возможность предвидеть новые события.

Наконец, неразрывная связь между объяснением и предсказанием находит свое выражение в одинаковой логической структуре процессов объяснения и предсказания. При рассмотрении дедуктивной модели научного объяснения в качестве иллюстрации был приведен пример с объяснением иррегулярностей в движении планеты Уран. Результатом этого объяснения было предсказание существования новой планеты. Этот вывод логически следовал из соответствующих посылок, т.е. универсальных законов механики и закона всемирного тяготения, а также специфических характеристик, относящихся к параметрам движения планет и эмпирически установленным иррегулярностям в движении Урана. В других случаях объяснение, как правило, относится к уже известным явлениям и событиям. Все это не сказывается на логической структуре. Поэтому мы можем рассматривать дедуктивную модель предсказания как дедуктивный вывод, посылками которого служат, с одной стороны, универсальные законы динамического типа, а с другой - некоторые конкретные условия, характеризующие связь между общими и единичными утверждениями. По аналогии с объяснением все эти посылки можно было бы назвать *проектансом,* т.е. утверждениями, на которых базируется предсказание. Само же заключение будет тогда *проектандумом.* Аналогичные замечания можно сделать относительно стохастических предсказаний, которые основываются на статистических законах и обобщениях и заключение которых имеет индуктивный (вероятностный) характер.

Тождественность формальной структуры объяснения и предсказания не означает, конечно, что эти методы исследования не различаются по своей природе и функциям. Объяснения относятся к событиям, явлениям, закономерностям уже известным, либо существующим в настоящее время, либо существовавшим в прошлом. В отличие от этого предсказание делается относительно либо будущих явлений и событий, либо явлений хотя и существующих, но до сих пор не обнаруженных. И в том и в другом случае утверждение, формулирующее предсказание, имеет неопределенный характер, ибо его истинность или ложность может быть обнаружена лишь впоследствии. Здесь возникает и различие между логической силой законов, используемых для объяснения и предсказания. В то время как для объяснения необходимо привлекать наиболее глубокие теоретические законы, для предсказания часто достаточно эмпирических законов и обобщений. Все эти и подобные им соображения, не говоря уже о соображениях философского характера, послужили основой дискуссии, которая развернулась вокруг проблемы о симметрии между объяснением и предсказанием. Не претендуя здесь на решение этой проблемы, нам хотелось бы отметить, что, хотя с логической точки зрения и объяснение и предсказание как определенные способы рассуждений являются симметричными, с методологической и общенаучной точек зрения они существенно различны и, следовательно, асимметричны. Поэтому дискуссию по этой проблеме важно ограничить более определенными рамками.