

Российская Академия Наук
Институт философии

А.Л. Субботин

**КОНЦЕПЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
ДЖОНА ГЕРШЕЛЯ
(из истории английского индуктивизма)**

Москва
2007

УДК 14
ББК 87.3
С 89

В авторской редакции

Рецензенты

доктор филос. наук *Ю. В. Ивлев*
доктор филос. наук *А. Л. Никифоров*

С 89 **Субботин, А.Л.** Концепция методологии естествознания Джона Гершеля [Текст] : (из истории английского индуктивизма) /А.Л. Субботин ; Рос. акад. наук, Ин-т философии. — М.: ИФ РАН, 2007. — 83 с. ; 17 см. — Библиогр.: с. 000, библиогр. в примеч.: с. 00–00. — 500 экз. — ISBN 978-5-9540-0068-9.

Книга содержит рассмотрение концепции методологии естествознания Джона Фредерика Уильяма Гершеля (1792–1871) — известного английского астронома и естествоиспытателя. Джон Гершель был последним крупным представителем бэконовской традиции методологии науки. Им были сформулированы правила опытного исследования причинной связи природных явлений, рассмотрены способы формирования научных теорий и ряд других актуальных вопросов методологии естествознания, которые легли в основу представлений многих последующих философов и методологов науки. Взгляды Гершеля рассматриваются в контексте индуктивистской традиции, охватывающей период от Бэкона до Милля.

ISBN 978-5-9540-0068-9

© Субботин А.Л., 2007
© ИФ РАН, 2007

Введение

Первые соображения о методологии опытного естествознания появляются в философии вместе с его первыми шагами. Их мы находим в далеком XIII веке в трудах английского ученого монаха, «удивительного доктора» Роджера Бэкона. В отличие от своих современников, схоластических философов, которые если и рассуждали о вопросах естествознания, то ограничивались при этом толкованием взглядов на сей счет Аристотеля, Роджер Бэкон при рассмотрении природных явлений отдался экспериментальной науке. Здесь он достиг заметных результатов в химии и особенно в оптике и вместе с тем сформулировал ряд важных установок, касающихся методологии познания. Свой основной труд «Большое сочинение» Бэкон открывает разделом, где рассматривает основные причины человеческих заблуждений. В качестве таких препятствий на пути познания он указывает: доверие сомнительному авторитету; привычку к традиционному мнению; предрассудки невежественного ума; невежество и всезнайство, выступающее под маской ложной мудрости. Он отводил большую роль математике, называя ее «воротами и ключом» к прочим наукам, в которых тем меньше ошибок и сомнений, чем больше удастся им опереться на математику. И видел в наблюдении и эксперименте основу и критерий истинного познания. Мы имеем три способа познания, — указывал Бэкон, — это авторитет, опыт и рассуждение. Но авторитет не дает нам знания, если он не подкрепляет разумом то, что утверждает. А рассуждение, со своей стороны, не может различить софизма в доказательстве, если оно не

будет проверено в своих заключениях достоверными фактами опыта. Только опыт, эксперимент приводит разум к полному и истинному постижению явлений природы, и поэтому «экспериментальная наука есть единственная госпожа умозрительных наук». Что касается конкретно методов опытного познания, то мы находим у Роджера Бэкона пример, где он вплотную подходит к тому способу индуктивного заключения, составление «таблицы открытия», которое впоследствии опишет его однофамилец Фрэнсис Бэкон. Я имею в виду его подход к исследованию причины явления радуги. Бэкон перечисляет целый ряд случаев, которые представляют собой явления того же порядка, что и цвета радуги. Это те цвета, которые можно увидеть в шестигранных кристаллах Ирландии и Индии; в других формах камней, если они имеют на поверхности бороздки; в каплях воды, падающих с весел при солнечном свете; в брызгах, летящих с колес водяной мельницы; в каплях росы, лежащих на траве в ясное летнее утро; а также когда человек, взяв в рот воду, брызгает ее против солнечных лучей; или если в масляной лампе лучи подают в известных положениях на поверхность масла. И эти цвета встречаются еще во многих других случаях.

Однако общий контур методологии естествознания как особой области философии вырисовывается гораздо позже. Его мы находим в грандиозной концепции «Великого Восстановления Наук» Фрэнсиса Бэкона. Свой труд Бэкон так и не довел до конца. В законченном виде была опубликована лишь первая его часть из шести задуманных. Она содержала энциклопедический обзор и классификацию всего человеческого знания.

Эта весьма разветвленная и детальная классификация замечательна тем, что для каждой теоретической науки указывалась соответствующая либо существующая, либо возможная практическая или техническая дисциплина, а также выделялись те научные проблемы и направления, которые, по мнению Бэкона, нуждались в разработке. Важное место в классификации отведено учению о природе, или естественной философии. А великим приложением к естественной философии, как теоретической, так и практической, является математика. Ибо в природе существует много такого, что не может быть ни достаточно глубоко понято, ни достаточно убедительно доказано, ни умело и надежно использовано на практике без помощи и вмешательства математики. Это касается учения о перспективе, музыки, астрономии, архитектуры, сооружения разного рода машин и других областей знания. И по мере того как физика, эта теоретическая часть естественной философии, будет приумножать свои достижения и выводить новые аксиомы, она будет во многих вопросах все более нуждаться в помощи математики — предсказывал Бэкон в своем трактате «О достоинстве и приумножении наук».

Вторую часть «Великого Восстановления Наук» составлял «Новый Органон, или истинные указания для истолкования природы». Здесь излагалось собственно учение о методе познания как «законном сочетании способностей опыта и разума». В противоположность дедуктивной концепции знания аристотелевского «Органона» Фрэнсис Бэкон формулирует индуктивную теорию научного познания, в основе которой лежат наблюдение и эксперимент и определен-

ная методика анализа и обобщения их результатов. Своему учению об индуктивном методе Бэкон предпослал критику типичных заблуждений человеческого разума — «идолов», или ложных, обманчивых образов, возникающих в уме в силу его имманентной к тому предрасположенности и препятствующих правильному и естественному ходу человеческого разума. И здесь Фрэнсис Бэкон шел по стопам своего однофамильца Роджера. Ум, который питают воля и страсти, склонен окрашивать вещи в субъективные тона; и тогда люди верят в истинность предпочтительного и стараются всячески поддерживать и оправдывать то, что они однажды приняли, к чему привыкли или в чем заинтересованы. Эти Идолы Рода — одно из ярких проявлений того, как «соотнесенное с человеком» способно исказить «соотнесенное с миром» или, выражаясь иными словами, как представления своего маленького мира люди накладывают на большой и всеобщий мир. Но в человеческом уме коренятся и иные идолы, связанные с индивидуальными особенностями людей. Эти Идолы Пещеры проистекают из особого, присущего каждому человеку угла зрения на мир, той его «особой пещеры, которая разбивает и искажает свет природы». А вот Идолы Рынка навязываются уму языком; они проникают в сознание исподволь, из естественного общения людей между собой, из стихийно навязываемого этим общением штампов ходячего словоупотребления. Сюда относятся и наименования вымышленных, несуществующих вещей, и вербальные носители плохих и невежественных абстракций, запутывающие умы и ведущие к пустым спорам и ложным толкованиям. Наконец, Идолы Театра возникают из приверженности людей к

односторонним теориям и превратным доказательствам, мешающим видеть за искусственными мирами, которые рисуют такие теории, многообразие и богатство действительного мира. Они подобны театральным пьесам, придуманным для сцены и содержащим более слаженные и красивые рассказы, нежели правдивые сообщения из истории.

Научное знание проистекает из опыта, не просто из пассивно получаемых непосредственных чувственных данных, а из целенаправленно организованного опыта, эксперимента, «поскольку природа вещей лучше выражается в состоянии искусственной стесненности, чем в собственной свободе». Бессистемный, слепой опыт не играет заметной роли в науке. Опыт должен осуществляться по определенному плану, в определенном порядке и вести от одних экспериментов к новым экспериментам либо от экспериментов к теоретическим аксиомам, которые, в свою очередь, указывают путь к новым экспериментам. Чтобы найти такие аксиомы, надо руководствоваться правильным методом анализа и обобщения опытных данных. Таким методом в естественной философии является индукция. Это не та индукция, которая заключает на основании простого перечисления ограниченного числа благоприятных случаев. Простая перечислительная индукция чаще приводит к ошибочным, чем к правильным обобщениям и в лучшем случае имеет эвристическое значение наведения на более или менее вероятное утверждение. Бэкон поставил перед собой задачу сформулировать принцип научной индукции, которая производила бы разделение и отбор опытных данных и путем должных исключений и отбрасываний наводила бы на правильные выводы.

Вот в кратких словах суть его индуктивного метода: составление «таблиц открытия» — Присутствия, Отсутствия и Степеней — и работы с ними. Собирается достаточное число самых разнообразных случаев наличия того явления или свойства, «форма» которых ищется. Затем берется множество случаев, как можно более подобных предыдущим, но таких, где это явление или свойство отсутствует. Затем — множество случаев, в которых наблюдается изменение интенсивности этого явления или свойства. Сравнение и анализ таких таблиц позволяет исключить все то, что постоянно не сопутствует наличию или изменению исследуемого явления или свойства, и сосредоточившись на постоянно сопутствующем или изменяющемся, в итоге выявить их «форму». Работу предложенного им индуктивного метода Бэкон иллюстрирует на примере нахождения «формы» тепла и приходит к выводу, что она заключается в распирающем движении мельчающих частиц, из которых состоят тела. Аналогия и исключение составляют главные приемы этого метода. По аналогии подбираются эмпирические данные для таблиц открытия. Она лежит как бы в фундаменте индуктивного обобщения, которое достигается посредством отбора и выработки множества факторов из обилия первоначальных возможностей. Этому процессу могут способствовать исключительные случаи — прерогативные инстанции, или преимущественные примеры, в которых исследуемое явление так или иначе обнаруживает свою «форму» более очевидно, чем обычно.

Я напомнил об этих основных понятиях бэконовской методологии науки в работе, посвященной взглядам Джона Гершеля, потому что Гершель прямо и от-

крыто объявил себя продолжателем бэконовской традиции. И действительно, через двести лет после Фрэнсиса Бэкона, на существенно иной стадии научного развития он осмысливал современное ему состояние естествознания, его методологию и его значение для человека и общества в духе этой традиции. Правда, говоря о взглядах на индукцию Бэкона и Гершеля, нельзя не обратить внимание на различие в типе проблем, которые они предполагают разрешать в ходе индуктивного исследования. Строя свои «таблицы открытия», Бэкон преследует задачу отыскания «формы» исследуемого явления или свойства, того, что позднее Локк назовет «реальной сущностью» изучаемого объекта в отличие от его «номинальной сущности». Гершеля же интересует исследование производящих причин. Это разные задачи и в методологическом и в эпистемологическом смысле, и в их решении, как показало последующее развитие науки и ее методологии, эффективность собственно индуктивного метода существенно различна.

Фрэнсис Бэкон не был узким методологом науки, точнее его концепцию можно назвать философией науки. С успехами в познании природы и ее законов, с осуществлением на основе этого знания полезных изобретений и технических усовершенствований он связывал рост благосостояния и могущества людей, реформу всего интеллектуального мира и, как бы некогда сказали, «светлое будущее всего человечества». Джон Гершель разделял такой же оптимистический взгляд на роль науки. Он писал, что с занятиями естественными науками и с их успехами связаны более полное удовлетворение физических потребностей людей и улучшение

ние условий их жизни. В дальнейшем эти науки придадут разумный характер многим запутанным вопросам социальных и нравственных отношений. Право и политика постепенно станут экспериментальными науками. А история перестанет быть перечнем тираний и убийств, которые, обессмертив гнусные деяния прошлых времен, побуждают продолжать их в будущих; она сделается архивом опытов, удачных или неудачных, постепенно приближающих нас к решению одной из самых важных задач общественной жизни: как совместить выгоды правительств с наименьшими неудобствами для управляемой массы рядовых граждан. Как мы знаем, эта задача остается актуальной и в наше время.

Почему я решил написать о взглядах Джона Гершеля? Во-первых, Гершель обойден вниманием в нашей отечественной литературе по логике и методологии науки. Между тем самые известные его современники, английские философы и методологи науки Дж. Ст. Милль и Уильям Уэвелл с большим уважением и вниманием относились к его мнениям. Милль не раз ссылается на авторитет Гершеля в своей «Системе логики», а Уэвелл, посвящая Гершелю свою «Историю индуктивных наук», отмечает ту широкую популярность, которую приобрело его «прекрасное сочинение». Вообще, я думаю, что выдающиеся ученые, работающие в различных отраслях естествознания, часто скорее улавливают и точнее формулируют философские и методологические проблемы своей науки, чем это делают профессиональные философы. К тому же они более свободны и беспристрастны в своих суждениях, не связаны корпоративными установками тех или иных философских школ или обязанностями комплиментарного к ним отношения.

Во-вторых, я хотел внимательно разобраться в так называемом индуктивизме XIX столетия. Джон Гершель был индуктивистом и не скрывал этого. Но насколько отличается его индуктивизм от того образа, который сделали мишенью для своих стрел иные критики индуктивизма! Конечно, верно, что индуктивизм идет от англичан. Но ни отрицания связи между индукцией и дедукцией, их взаимного дополнения друг другом, ни одностороннего провозглашения одной из них за счет другой, ни утверждения, что индукция является непогрешимым методом, я у Гершеля не нашел. И если Гершель подчеркивает роль индукции и обращает на нее больше внимания, то это потому, что его интересует методология опытной науки, естествознания, а не метафизики или математики; а в опытной науке именно индукция является основным способом обобщения опытных данных. В связи с этим я старался передать возможно подробнее то, как Гершель решает целый комплекс вопросов, связанных с соотношением эмпирии и теории, индукции и дедукции, ролью гипотезы и способами формирования и характером теоретического знания — как раз тех вопросов, одностороннее толкование или игнорирование которых критики ставят в вину индуктивистам. Я полагаю, что решения Гершеля говорят сами за себя.

В-третьих, и это, пожалуй, самое главное. Видимо, надо отдать должное человеку, который первым сформулировал в качестве методологических канонов элиминирующие приемы опытного исследования причинной связи, впоследствии вошедшие во все учебники по общей логике под названием «методы индуктивного исследования Дж. Ст. Милля», правда, излагаемые в них

не всегда точно и почти всегда неполно. Разумеется, Гершель не был изобретателем этих приемов исследования. Они широко применялись в экспериментальной науке задолго до того, как возникла мысль возвести эту практику на уровень выверенных предписаний, и в качестве непреходящих истин плодотворно применяются в науке до сих пор. Во втором приложении в этой книге я привожу примеры использования этих методов в различных областях естествознания.

Семья астрономов

В 1757 г. молодой музыкант ганноверской армии Фридрих Вильгельм Гершель покинул родное княжество и уехал искать счастье за границей, в Англии. На континенте шла Семилетняя война, и родители юноши не без затруднений добились освобождения его, уже хлебнувшего прелестей походной жизни, от военной службы и отправили в страну, которая станет его второй родиной и которую ему будет суждено прославить своими замечательными открытиями. Разумеется, когда Гершель уезжал из Ганновера, он не подозревал того, как сложится в дальнейшем его судьба, и хотел лишь найти подходящее место, где мог бы продолжить свою профессиональную деятельность. Проскитавшись несколько лет по различным местам, он в конце концов поселился в Бате, где вскоре приобрел большую известность как музыкант и учитель музыки.

Будучи от природы любознательным и способным к восприятию точных наук, Гершель в свободное от работы время любил читать книги по математике, оптике и астрономии. Последние вызвали у него желание своими глазами рассмотреть звездное небо. А так как приобрести телескоп было ему не по карману, он решил его построить сам. Гершель взялся за это дело с большим энтузиазмом и отдавал ему все больше и боль-

ше времени. В конце концов он настолько поднаторел в этом искусстве, что стал конструировать весьма совершенные для того времени телескопы, которые и позволили ему делать многочисленные открытия. Первое из них, которое принесло Гершелю европейскую известность, было открытие в 1781 г. планеты Уран, первой новой планеты солнечной системы, найденной со времен античности. Признание последовало сразу же, Гершель избирается в члены Королевского общества, его приглашают посетить двор Георга III, и король назначает его придворным астрономом с окладом в 200 фунтов в год. Теперь он может оставить карьеру музыканта и целиком отдаться астрономии. Он покидает Бат, некоторое время живет близ Виндзора, а затем навсегда обосновывается в Слоу. Здесь он оснащает свою обсерваторию новыми мощными телескопами и открытия следуют одно за другим: два спутника Урана и два еще неизвестных спутников Сатурна. Гершель систематически, детальнейшим образом обследует своими телескопами все звездное небо. Он открывает, исследует и каталогизирует сотни туманностей, звездных скоплений и двойных звезд, изучает переменные звезды, движение Солнца в пространстве и разрабатывает модель строения Вселенной. В работе ему неизменно помогала его сестра Каролина; она не только вела хозяйство, но почти всегда присутствовала в качестве ассистента при его наблюдениях. Иногда она самостоятельно производила наблюдения и открыла несколько комет и туманностей. Гершель женился поздно, когда ему было уже 50 лет, а через четыре года, в 1792 г. у него родился сын Джон Фредерик Уильям Гершель.

Джон Гершель пошел по стопам своего отца. Будучи его верным последователем в астрономии, он вместе с тем успешно занимался математикой, физикой,

метеорологией, делавшей тогда первые шаги фотографии, а также размышлял о философско-методологических вопросах естествознания. Он начал с измерения двойных звезд, открытых его отцом, в результате чего был составлен и издан каталог нескольких сотен двойных и кратных звезд. Затем он обозрел множество туманностей, открыв при этом свыше 500 новых, и издал в 1833 г. их каталог, насчитывающий больше 2300 объектов. К этому времени он успел также открыть свыше трех тысяч новых двойных звезд. Наиболее грандиозную работу по изучению звездного неба Джон Гершель проделал во время экспедиции на мыс Доброй Надежды в 1833—1838 гг. Если Гершель-старший наблюдал небо Северного полушария, то Гершель-младший обследовал небо Южного. Здесь он открыл и изучил 1200 новых двойных и кратных звезд и еще большее количество новых туманностей. Позже в Англии в 1847 г. он издаст книгу, содержащую результаты астрономических наблюдений во время этой экспедиции, а еще через семнадцать лет представит в Королевское общество каталог всех известных к тому времени туманностей и звездных скоплений, насчитывающий свыше пяти тысяч объектов.

Во время пребывания на мысе Доброй Надежды Джон Гершель провел и ряд других исследований. Так он осуществил расчет того количества тепла, которое Земля получает от Солнца в результате прямого действия на нее солнечных лучей. Он также занимался изучением сравнительной яркости звезд и, тщательно измеряя яркость множества звезд, классифицировал их на основании предложенной им шкалы. Но до всех этих специальных естественнонаучных исследований он отдал дань осмыслению философских и методологиче-

ских вопросов естествознания, о чем свидетельствует изданная в 1831 г. его книга «Предварительные рассуждения, касающиеся исследования натуральной философии». Книга содержит три раздела, или части:

часть I — об общем характере и пользе изучения естественных наук;

часть II — о принципах, на которых основана успешная разработка естествознания, и правилах, которыми должно руководствоваться при систематическом исследовании природы;

часть III — о разделении физики на различные ветви и об отношении этих ветвей между собой.

Эпиграфом к этой книге он выбрал следующий афоризм из «Нового Органона» Фрэнсиса Бэкона: «Человек, слуга и истолкователь природы, столько совершает и понимает, сколько постиг в ее порядке делом или размышлением, и свыше этого он не знает и не может».

До Галилея и Фрэнсиса Бэкона

Джон Гершель являет пример ученого-естественника, весьма подозрительно относящегося к отвлеченным метафизическим умозрениям, если они не несут в себе никакого позитивного знания. Конечно, и естествоиспытатель в своих поисках истины порой отдается завораживающим его ум умозрениям, которые могут показаться слишком отвлеченными и далекими от торной дороги и обычных представлений. Однако, будучи основаны на реальностях природы, они приводят его к практическим приложениям, которые выступают подлинным критерием истинности его умозрений, лучшей проверкой его теоретических построений. Так, Гершеля мало интересует судьба отвлеченных философских идей, диалектические тонкости воззрений разных философских школ и их споров друг с другом. Он руководствуется одним признаком: какое положительное знание они несут. Оценка Гершелем идейного материала, содержащегося в великом складе прошлого, аналогична бэконовской. До Галилея и Фр. Бэкона — считает он — естествознания в настоящем и широком значении этого слова не существовало. У древнегреческих философов, в трудах которых имеются некоторые положительные сведения, хотя и весьма ограниченные, поражает разительный контраст между их способнос-

тью к тонким и остроумным прениям и успехами в обсуждении абстрактных и умозрительных вопросов — с одной стороны, а с другой — полнейшим невниманием и легкомыслием при рассмотрении природных явлений, крайне нелогичными обобщениями и выводами из немногих и зачастую плохо понятых фактов, а также безосновательным признанием голословных, произвольно принятых положений за первые принципы всех вещей.

Например, вообразив, что круг есть совершеннейшая из фигур и приняв его за такое начало, древние греки заключили, что движения небесных тел должны осуществляться по круговым орбитам; а когда астрономические наблюдения показали противное, то они стали объяснять его при помощи различных комбинаций круговых движений, лишь бы не отказаться от раз принятого начала. Радикальная ошибка греческой философии, полагает Гершель, состояла в убеждении, что тот метод, который оказался успешным в математике, должен быть столь же успешен и в физических исследованиях, что, приняв за исходные несколько простых и очевидных начал, из них можно вывести законы природы. Отсюда стремление греческих философов открыть эти начала. Один начало всего видел в воде, другой — в огне, третий — в воздухе, четвертый — в некоем веществе апейроне, пятый — в бытии и небытии, наконец, Аристотель усматривает эти начала в материи и форме.

Как и Фрэнсис Бэкон, Гершель выделяет ранних греческих натурфилософов; им был присущ дух рационального исследования природы. Так, Фалес предсказал затмение Солнца и имел представление о величине Луны; Анаксагор довольно разумно рассуждал о при-

чине ветров и пытался объяснить природу землетрясения; а Пифагор дошел до верного понимания Солнечной системы и места, занимаемого в ней Землю. Следующий философ, который проявил подлинное стремление к изучению природы на базе наблюдений и собирания фактических данных, был Аристотель. Но и здесь его достижения не равноценны. Он показал себя замечательным натуралистом при изучении животных и вместе с тем держался путаных и ошибочных мнений относительно физических явлений и принципов, особенно это касалось его учения о движении тел согласно их природе.

В период господства схоластики учение Аристотеля превратилось в непререкаемую догму. К Аристотелю взывали на всех диспутах, как к высшему авторитету, и малейшее отступление от его взглядов подвергалось осуждению, а то и жестоко преследовалось. Это было, по мнению Гершеля, обдуманное и систематическое предпочтение ложного знания, касающегося ежедневного опыта и практики людей. Это было время «мрака, окутавшего природу и дух». Лучами света в этом темном царстве Гершель признает лишь отдельные позитивные открытия алхимиков и работы Роджера Бэкона, которые «заблестали в самый мрачный момент, подобно утренней звезде, предвещающей зарю». Заря новой экспериментальной науки занимается в XVI в. Гершель упоминает работы в области химии и медицины Парацельса, изучение минералогии и металлургии Агриколой и исследование магнетизма Гильбертом. Наконец, открытия Коперника, Кеплера и Галилея окончательно хоронят космологические и физические представления Аристотеля.

Если Галилей, опираясь на данные опыта, опроверг физические заблуждения Аристотеля, то оставалась еще задача показать, как и почему Аристотель ошибался, надо было показать несостоятельность его метода и предложить другой, лучший и более строгий. Эту задачу решал Фрэнсис Бэкон. Согласно Бэкону, естествознание состоит из ряда индуктивных обобщений, начинающихся порой со случайно открытых частных данных и затем возведенных до общих законов, или, по терминологии Бэкона, аксиом. Из этих аксиом, рассуждая от общего к частному, выводят в качестве следствий ряд более частных положений, как тех, от которых восходили до открытия самих аксиом, так и новых, о которых ранее не имели представления. На базе таких частных выводов могут развиваться ремесла и искусства, служащие на благо людей. И хотя сам Бэкон не открыл новых физических истин, а некоторые его естественнонаучные представления были ошибочны, утверждение им нового метода как альфы и омеги всякого научного исследования природы было и остается его великой заслугой. Так был дан толчок мощному развитию нового естествознания, которое в Англии ознаменовалось именами Бойля, Гука и Ньютона. Так в первой четверти XVII в. родился научный метод познания природы, ставший незыблемым основанием опытной науки.

Об опыте, устранении предрассудков и очевидности наших чувств

Абстрактная наука, например чистая математика, которая изучает количественные и пространственные отношения, рассматриваемые абстрактно, то есть в отвлечении от конкретных перечисляемых и располагаемых в пространстве объектов, получает свои истинные положения, или теоремы, не обращаясь к опыту. Она предполагает безусловные, замкнутые, раз и навсегда строго определенные понятия об идеальных объектах — числах и пространственных фигурах — и, исходя из содержания этих понятий и определенных допустимых операций над такими объектами, посредством умозрительных рассуждений получает новое математическое знание. Если это знание получено с помощью правильно построенных доказательств, оно является непреходящей истиной и не может быть ни изменено, ни опровергнуто, не ввергая нас при этом в противоречие с нашими исходными допущениями. Оно навсегда остается знанием абстрактной науки, ибо из утверждений об отвлеченных пространстве и числах нельзя вывести ничего, кроме утверждений об отвлеченных же пространстве и числах. В таком ее содержании, указывает Гершель, абстрактная наука выступает как подготовительное знание к изучению природы. Задача последнего, или естествознания, состоит в исследовании реаль-

ных предметов и явлений природы и связующих их причинных отношений и законов. В естествознании фигурируют, скажу так, открытые понятия, содержание которых изменяется по мере роста знания, с чем связано и то обстоятельство, что разные люди и наука в целом в разное время в них вкладывают различное содержание. Единственным и конечным источником знания о природе и ее законах является опыт. Гершель поясняет это различие абстрактной науки от естествознания следующим примером. Умный человек, уединившись и располагая достаточным временем, сможет открыть сам многие математические истины, исходя лишь из простых понятий о числе и пространстве. Но он никогда не будет в состоянии сказать, опираясь только на усилия своего ума, что станет с куском сахара, если его смочить водой, или какое зрительное впечатление произведет на его глаз соединение желтого и голубого цвета.

Говоря об опыте, надо иметь в виду, что под опытом подразумевается не только опыт отдельного лица или поколения, но всего человечества, сохранившегося в книгах и дошедшего до нас по преданию. Опыт как способ изучения природных явлений бывает двоякий: наблюдение и эксперимент, или, говоря иначе, пассивное и активное наблюдение. То, что являет, показывает нам природа, можно или находить в ее естественном строе, или создавать посредством искусственного сочетания благоприятных для этого обстоятельств.

В случае пассивного наблюдения природные явления рассматриваются в том виде, как они естественным образом случаются и в контексте всей совокупности их сопровождающих обстоятельств. Явления наблюдаются исключительно сами по себе, без какого-либо пре-

дубеждения, без внесения в их восприятие каких-либо элементов субъективистского толкования. Наблюдение должно быть точным, исчерпывающим, не упускающим из внимания никаких частных и деталей, могущих иметь связь с наблюдаемым объектом, и верно фиксироваться в его описании. Как ученый, искусный в практике наблюдательной астрономии, Гершель перечисляет все условия, обеспечивающие верность и объективность наблюдений.

При эксперименте изучаемое явление вызывается искусственно, в специально созданных условиях, позволяющих наблюдать его в «чистом виде». Варьируя в определенных пределах условия эксперимента, можно скорее, чем при пассивном наблюдении, убедиться в индифферентности тех или иных сопровождающих явление обстоятельств или же наблюдать видоизменение самого явления. А неоднократно по своей воле, не дожидаясь естественного его появления, повторяя эксперимент, скорее и полнее изучить это явление. Поэтому в тех науках или их разделах, в которых возможно производить и производятся эксперименты, рост знания идет значительно быстрее, чем в наблюдательных науках. Достаточно сравнить в этом отношении прогресс, скажем, в геологии и метеорологии, с одной стороны, и в экспериментальной физике и химии — с другой.

Явления природы — это то, что природа являет, показывает, открывает нам; они суть чувственные результаты тех действий и процессов, которые происходят как в предметах, которые мы чувствуем, так и в нас самих. Явления даются нам в опыте, который есть единственная основа и источник изучения природы. Но опыт может быть искажен свойственными человеку предрассудками, от которых необходимо освободить-

ся. И здесь Гершель так же, как и Бэкон, предваряет учение о методе разбором типичных заблуждений человеческого ума. Речь, разумеется, идет об особенностях, присущих самой человеческой природе, ее психофизиологической организации, а не о дефектах технических средств опытного исследования, что является совсем другой проблемой. Гершель выделяет два рода таких предрассудков, которые различным образом воздействуют на ум и предполагают разные пути их устранения. Первый род — это предрассудки мнений; второй род — это предрассудки чувств.

Предрассудки мнений составляют мнения слишком поспешно, недостаточно обдуманно принятые либо со слов других, либо в силу поверхностного или грубого наблюдения рассматриваемого явления. Такие некритически воспринятые мнения всегда распространены среди людей и имеют могущественную власть над их умами. Преодолеть их можно путем разрушения той связи, которая, как предполагают, существует между ними и приводимыми в их пользу фактами. Это осуществляется двумя способами: или доказательством ошибочности самих фактов, приводимых в подтверждение этих мнений, или демонстрацией того, что факты, видимо поддерживающие их, могут быть лучше объяснены без принятия этих мнений. Таков рациональный подход к задаче преодоления предрассудков мнений. Остается, однако, еще преодолеть психологическую инерцию, привязывающую людей к несостоятельным мнениям, даже когда ликвидировано всякое основание придериваться им. Кто неспособен преодолеть такую инерцию, тот неспособен к занятиям наукой, — заключает Гершель.

Что касается предрассудков чувств, то здесь обычно речь идет не о ложности чувственных впечатлений, а об ошибочности составляемых о них суждений. Если не иметь в виду случаи физического или умственного расстройства, то в чувственных впечатлениях, производимых на нас внешними объектами, мы не обманываемся. Однако наши суждения о таких впечатлениях могут зависеть от обстоятельств, которые или изменяют действительно воспринимаемые впечатления, или соединяют их с другими. Поэтому при оценке достоверности окончательных суждений надо брать в расчет эти изменения или сопровождающие обстоятельства, вызывающие различие в суждениях. И в этом процессе решающую роль играет то, что одно чувственное впечатление опровергает другое или то же самое чувственное впечатление опровергает само себя. Так, если скрестить два пальца руки и поместить между ними шарик, то осязание создает впечатление, что мы имеем два шарика, тогда как зрение и счет это опровергает и фиксирует только один шарик. Существует и обратная ситуация. Ложка, опущенная в стакан с водой, представляется глазу сломанной, тогда как ощупывание ложки и вид ложки, вынутой из стакана, это опровергает. Если попробовать корицу на вкус, а в другой раз сделать это, зажав нос, то вкус корицы будет отличаться от предыдущего раза. Здесь отсутствие обонятельного ощущения изменяет вкусовое. Луна при ее восходе представляется больше, чем когда она находится высоко в небе (от себя замечу, что это обстоятельство неоднократно находило изображение у художников — в картинах Палмера «Возвращение с вечерни» и Ван-Гога «Сеятель», а также в сатирических рисунках Домье «Синий чулок»). Тогда как смерив диаметр Луны,

можно убедиться, что это не так, здесь зрение опровергает зрение же. Вообще, существует множество примеров, когда зрительные впечатления от одного и того же объекта существенно разнятся в зависимости от обстоятельств, например от угла зрения. Одно и то же очертание поверхности стола создает впечатление параллелограмма или прямоугольника в зависимости от того, откуда на него смотреть. Выбор из двух опровергающих друг друга суждений о форме поверхности стола может быть сделан благодаря установлению величины ее углов. Словом, все эти и им подобные ситуации, считает Гершель, свидетельствуют об очевидности наших чувственных восприятий.

Анализ и наблюдение явлений

Как уже говорилось, по определению Гершеля, явления суть чувственные результаты тех процессов и действий, которые имеют место между предметами внешнего мира или между их составными частями. И если эти процессы и действия можно сделать доступными нашим чувствам, то их можно анализировать, то есть сложные явления разлагать на простые составные части, элементарные явления и здесь искать причины и законы этих явлений. Так всякое исследование природы интересующего нас явления разделяется на столько различных исследований, сколько можно обнаружить в нем простых, или элементарных явлений, на которые оно разлагается.

Например, явление звука, как оно происходит в самых разнообразных случаях, возникает в результате следующих процессов: 1) возбуждение определенного движения в исторгающем звук теле; 2) сообщение этого движения воздуху или другой упругой среде, находящейся между звучащим телом и человеческим ухом; 3) передача такого движения в пределах этой среды; 4) передача движения от среды, прилегающей к уху, барабанной перепонке уха; 5) передача возбуждения от движения в ухе слуховому нерву; 6) возбуждение собственно ощущения звука. В этом анализе выделяются

два главных явления, от понимания которых зависит полное и верное понятие о звуке: 1) физическое явление возбуждения и распространения определенного вида движения и 2) психофизиологическое явление возбуждения ощущения. Анализ явления звука, таким образом, приводит к исследованию двух родов причин или законов: определенного вида движения и определенного вида ощущения.

В таких исследованиях природы существенно помогла бы возможность определить те конечные явления, на которые могут разлагаться сложные явления. Однако прямого априорного способа, с помощью которого это можно было бы сделать, нет. Здесь нет иного пути, чем обратиться к самой природе и руководствоваться теми же правилами, что и химики. Последние в своих анализах принимают каждый ингредиент за элементарный до тех пор, пока не будут в состоянии разложить его на более простые. То же и в других естественнонаучных исследованиях; следует считать каждое явление за элементарное до тех пор, пока его нет возможности проанализировать и показать, что оно есть результат других явлений, в свою очередь представляющихся элементарными. Для такого разложения сложного явления на простейшие составляющие его явления не могут быть предложены какие-либо общие правила. Вместе с тем анализ явления важен и полезен в том отношении, что дает возможность выявлять и отделять для специальных исследований те явления, которые представляются простыми и методически приступать к выявлению их причинных связей и законов. Такой анализ осуществляется уже в простом акте наблюдения, поскольку «наблюдателем», как справедливо заметил Дж. Ст. Милль, следует называть не того, кто

просто видит то, что представляется его глазам, а того, кто видит, из каких частей состоит то, что он наблюдает. В этом отношении различные люди очень отличаются друг от друга, и для того, чтобы так видеть, нужен особый талант.

Первый шаг в таком исследовании должен состоять в собирании достаточного числа случаев интересующего нас явления. Благодаря этому оказывается возможным рассмотреть его с различных сторон. И чем разнообразнее собранные случаи по отношению ко всем сопутствующим явлению обстоятельствам, тем отчетливее и явственнее выступает само интересующее нас явление. При этом следует иметь в виду, что единственные явления, которые могут подлежать исследованию — это явления, которые единообразно и неизменно повторяются при одних и тех же условиях. В противном случае в них невозможно усмотреть никакой закономерной связи. Если одно и то же действие не воспроизводится постоянно при определенных обстоятельствах, то здесь имеет место либо вмешательство какой-либо посторонней силы, либо различие в обстоятельствах, принятых вначале за идентичные. И в том, и в другом случае такие явления должны быть отмечены и подлежать специальному объяснению. Таким образом, при рассмотрении наблюдаемого явления прежде всего нужно выяснить: воспроизводимо ли оно и если воспроизводимо, то при каких обстоятельствах, всегда ли оно случается, если имеют место эти обстоятельства, и так же ли, как обычно, оно протекает.

Поэтому все обстоятельства, сопровождающие наблюдаемое явление, никоим образом не могут игнорироваться, во всяком случае до тех пор пока не будут установлены те из них, которые не имеют на наблюдае-

мое явление никакого влияния и, следовательно, их можно оставить без внимания. Это необходимые условия всякого научного наблюдения, в особенности наблюдения совершенно новых, ранее неисследованных явлений. В противном случае вместо искомого закона природы можно остаться на уровне простого естественнонаучного описания явления. Наблюдение следует фиксировать, причем в записи должно содержаться точное перечисление всех частных, могущих иметь естественную связь с наблюдаемым явлением, и верное описание как их, так и самого предмета исследования. Во всех случаях наблюдения, допускающих счет и измерение, результаты последних также должны фиксироваться, поскольку они, во-первых, гарантируют от ошибочных суждений, могущих возникнуть в результате неправильной интерпретации чувственных данных, и, во-вторых, составляют естественный базис для последующей формулировки точных количественных законов. Описание всякого наблюдения должно быть не только обстоятельным и точным, но и свободным от каких-либо посторонних привнесений, смещений чисто фактического содержания наблюдений с субъективными домыслами и толкованиями. Примерами этого рода привнесений, замечает Гершель, весьма богата история древней химии, особенно в период ее алхимического развития.

В силу особенностей работы в эмпирической области и тех строгих требований, которые предъявляют к ней, а также к способностям тех, кто посвятил себя этой сфере исследований, а равно совершенно специфической, отличной от нее работы в области теории, в частности в сфере ее математической интерпретации, также требующей особенного к тому таланта, в естест-

вознании сложилось соответствующее разделение труда. Это разделение отделяет наблюдательную, эмпирическую часть от умозрительной, теоретической. И это разделение труда, которого раньше не знала наука, во многом способствовало тому совершенству, которого наука достигла в XIX столетии.

Классификация и номенклатура

Предметы, отношения и явления природы столь многочисленны и разнообразны, что вряд ли когда-либо могли стать объектами успешного изучения, если бы не были приведены для этого в удобную систему, способную ограничить рассмотрение бесконечного множества отдельных объектов немногими. Такой системой в науке выступает классификация, распределение тех или иных предметов, отношений и явлений природы по группам на основании имеющегося у них сходства, или общности свойств. Таким образом объектом непосредственного изучения становится целая группа – вид, род, класс – объектов, или, если хотите, те отдельные объекты, которые представляют целую группу объектов, поскольку несут в себе их характерные черты. Такого рода систематизацию, достаточно широкую и общую или же локальную и частную, предполагает практически любая отрасль науки. Этим группам объектов даются определенные, однозначные наименования, в своей совокупности образующие так называемую номенклатуру классификации. В качестве примеров номенклатуры упомянем хотя бы наименования у сотен тысяч видов растений и насекомых в ботанике и энтомологии или названия различных классов химических соединений в химии. Номенклатура состав-

ляет важную часть науки; она не дает потеряться в бесчисленных частностях отдельных объектов и заблудиться в лабиринте их многочисленных разновидностей.

В ряде наук, в которых объекты классификации весьма многочисленны, открывается возможность сгруппировать их в иерархическую систему подчиненных и соподчиненных групп, настолько определенных, что им можно присвоить особым образом организованные наименования. Однако в некоторых отраслях знания группировка сталкивается со значительными трудностями, поскольку в них классифицируемые предметы и явления разнятся друг от друга не наличием и отсутствием каких-то признаков, но степенью этих признаков, общих для всех объектов. Это накладывает свою печать на особенность индуктивного их обобщения и ведет к неопределенности в установлении классификационных групп, что не может не сказаться и на установлении номенклатуры. Вообще говоря, совершенная система номенклатуры возможна лишь при совершенной классификации. Ведь чтобы дать название классифицируемому объекту, которое сразу же отнесло бы его к определенному месту в системе, нужно знать его отличительные свойства и иметь правильную систему. Однако многие отрасли науки до сих пор еще далеки от такого совершенства. К тому же человеческие знания о природе развиваются, что ведет к открытию новых свойств и отношений у классифицируемых объектов. Поэтому такие системы классификации и номенклатуры должны строиться таким образом, чтобы оставаться открытыми для восприятия новшеств.

Один и тот же предмет, одно и то же отношение либо явление природы могут быть включены во многие разные системы, поскольку группировка таких объ-

ектов может осуществляться по разным признакам и с различных точек зрения. Вместе с тем построенные на разных основаниях классификации имеют и разную познавательную и научную ценность. Классификации, которые способствуют развитию науки, состоят из естественных групп, и их следует отличать от искусственных систем. В последних группы составлены на основании какой-либо одной черты сходства между классифицируемыми объектами, различных в прочих отношениях. Первые же состоят из групп, включающих объекты во многом и в существенном аналогичных друг другу, хотя и различающихся в частности. И здесь мы также имеем разные случаи индуктивного обобщения — указывает Гершель. В одном случае оно может служить основанием для открытия ближайших причин, в другом же — приемом наведения на более глубокие и высшие законы природы.

Открытие ближайших причин и законов низшей общности (первая ступень индукции)

Законы, а не простое знание фактов, объяснение, а не простая констатация явления составляют задачи исследования естествознания. Поэтому, встречаясь с какими-либо новыми явлениями, исследователь стремится их объяснить, то есть отнести к некоторым причинам, их вызвавшим. То должны быть реально существующие в природе причины, такие, какие Ньютон называл *veraе causae*, а не простые гипотезы или фикции человеческого ума. И, как уже говорилось, лишь явления, которые совершаются единообразно и неизменно при определенных условиях, могут эффективно изучаться наукой, то есть быть объяснены путем установления их причин и лежащих в их основе законов.

Иногда ближайшие причинные связи лежат на поверхности, являются непосредственно очевидными и не требуют какого-либо специального исследования для их установления. Иногда же для объяснения какого-либо нового явления обращаются к уже известной причине, объясняющей аналогичные ему явления или ряд аналогичных явлений. Иначе говоря, посредством обобщения этого явления его включают вместе с другими явлениями в пределы уже известной причинной связи. И чем теснее аналогия между такими явлениями, и чем больше аналогичных явлений объясняет из-

вестная причина, тем вероятнее, что она способна объяснить и интересующее нас новое явление. Но если причина явления не представляется непосредственно очевидной и не включается в какую-либо уже известную причинную связь, то тогда следует идти другим путем. Надо собрать большое число встречающихся случаев этого явления, то есть образовать класс случаев этого явления и искать в членах этого класса общих у всех них признаков. Пункты такого сходства и должны указать на причину данного явления. Если же установленное сходство указывает на возможность не одной, а нескольких причин, то следует попытаться найти, а лучше экспериментально произвести новые случаи исследуемого явления, в результате чего эту возможность можно было бы минимизировать до указания одной-единственной причины.

Что же представляет из себя, по определению Гершеля, причинная связь? Гершель выделяет следующие ее характерные черты. Во-первых, *неизменность связи и неизменность преемственности между причиной и действием*, если не встречается какой-либо противодействующей тому причины. При этом надо иметь в виду трудность, которая встречается при установлении этой преемственности, поскольку часто имеет место различие в скорости и напряженности осуществления причины и действия, а также трудность при их разделении — определении, какое из этих двух неизменно друг друга сопровождающих есть причина, а которое — действие, поскольку последнее часто наступает сразу же вместе с причиной.

Во-вторых, *неизменное отсутствие действия при отсутствии причины*, кроме тех случаев, где другая причина может произвести то же действие.

В-третьих, возрастание или уменьшение действия с возрастанием или уменьшением интенсивности причины во всех случаях, когда такое изменение возможно.

В-четвертых, соразмерность действия с причиной во всех случаях прямого, беспрепятственного действия.

В-пятых, уничтожение действия с уничтожением причины.

В связи с этим Гершель формулирует следующие правила умозаключения, применимые к частным случаям выявления причинных отношений.

1). Если в классе случаев исследуемого явления есть одно, в котором известная общая другим случаям этого явления особенность отсутствует или есть нечто ей противоречащее, то такая особенность не может быть искомой причиной для всех явлений этого класса.

2). Всякое обстоятельство, в котором сходны все случаи явлений определенного класса, может быть искомой причиной этих явлений либо параллельным действием их причины. Если есть только одно обстоятельство, в котором они сходны, то эта возможность становится достоверностью; в случае же нескольких пунктов их сходства они могут оказаться параллельными причинами.

3). Не следует отрицать существование такой причины, в пользу которой однозначно свидетельствуют строгие аналогии с исследуемым явлением, хотя бы и не было понятно, как может такая причина произвести такое действие или даже ее существование при данных обстоятельствах. В подобных случаях следует, если это возможно, обратиться к опыту, нежели а priori отвергнуть причину, и постараться сделать ее более ясной.

4). Противоположные или отрицательные случаи так же полезны для открытия, как и случаи утвердительные.

5). Причины могут часто стать очевидными посредством простого распределения имеющихся случаев в порядке интенсивности какого-либо из особенных их качеств, хотя и не всегда, ибо одновременно с искомой причиной здесь могут действовать и иные, изменяющие его факторы.

6). В случаях, которые по своему действию должны бы включаться в разряд утвердительных, могут существовать противоположные или изменяющие их причины, не изученные еще и нарушающие действие искомой причины. Поэтому исключения могут часто зависеть от таких причин. Это особенно важно иметь в виду тогда, когда представляется только одно исключение из целого ряда случаев, свидетельствующих в пользу известной причины.

7). Если встречаются в природе или искусственно создаются какие-либо два случая, строго сходных во всех обстоятельствах кроме одного, то есть если это обстоятельство имеется в одном случае и его вовсе нет в другом, причем первому случаю сопутствует исследуемое явление, а второму — не сопутствует, то это обстоятельство составляет единственную причину явления. Еще более наглядно выражается роль этого обстоятельства тогда, когда оно представлено во втором случае своей противоположностью. Но если полное его присутствие или отсутствие производит только изменение в степени интенсивности явления, то можно заключить лишь о том, что это обстоятельство влияет как причина или условие, содействующее другим причинам и условиям, которые надо искать вне его. Следует заметить, что в природе редко встречаются случаи, безусловно различающиеся лишь в одном отношении при строгом согласии во всех остальных, однако посредст-

вом эксперимента легко можно произвести подобные случаи; и в этом состоит преимущество экспериментальных исследований в естествознании.

8). Если нельзя достигнуть полного исключения обстоятельства, влияние которого хотят определить, то можно позаботиться отыскать случаи, в которых оно значительно разнообразится по степени и таким образом проследить его воздействие на явление. Если же этого нельзя сделать, то следует попытаться ослабить или усилить влияние данного обстоятельства введением какого-либо нового обстоятельства, которое, вообще говоря, способно произвести такое ослабление или усиление. Таким путем иногда возможно получить косвенное доказательство влияния изучаемого обстоятельства; однако при этом нужно помнить, что введенное новое обстоятельство может иметь собственное непосредственное или видоизменяющее влияние.

9). Сложное явление, в котором действуют несколько различных причин, согласно, противоположно или же независимо одна от другой производя совокупно это сложное явление, может быть упрощено, насколько это позволяет природа данного случая, исключением результатов действия всех уже известных причин. Этого можно достигнуть различными путями — дедукции или опыта — и таким образом получить остаточное, уже новое явление, подлежащее специальному исследованию в целях выявления его причины. Этим способом — замечает Гершель — главным образом и развивается наука в ее настоящем состоянии.

Изложенные правила опытного исследования причинной связи эффективны прежде всего применительно к объяснению отдельных природных явлений, хотя они могут привести к установлению и общего закона

природы, выражающего связь явлений общего порядка. Гершель подробно разбирает работу индуктивного метода на примере выяснения причины образования росы, теория которой была разработана доктором Уэллзом. Я перескажу этот знаменитый пример, как он приводится Джоном Гершелем и вслед за ним Дж. Ст. Миллем, и для более основательного его восприятия предлагаю читателю по ходу ознакомления с ним определять, на каких ступенях этого исследования какие из вышеизложенных правил индуктивного умозаключения используются.

Роса — это капельки воды, образующиеся на почве, траве и различных предметах, находящихся на открытом воздухе, когда нет ни дождя, ни тумана, ни какой-либо видимой атмосферной влаги. И здесь прежде всего наше внимание привлекает ряд аналогичных явлений: влага, покрывающая холодный металл или камень, если дохнуть на них; капли влаги, появляющиеся в жаркую погоду на стенках стакана с холодной ключевой водой; влага на внутренней стороне оконных стекол комнаты в достаточно холодную погоду; влага, выступающая на стенах зданий, когда после продолжительного мороза наступает оттепель. Все эти случаи сходны в одном — в более низкой температуре предмета, покрываемого влагой, по сравнению с воздухом, соприкасающимся с ним.

Но является ли это действительной причиной и в случае ночной росы, то есть на самом ли деле предметы, покрываемые росой в ночное время, холоднее окружающего воздуха? Придерживаясь вышеприведенных аналогий, можно предположить, что холоднее, и опытное измерение температур таких предметов и окружающего их воздуха подтверждает это. Коль скоро предмет покрывается росой, он непременно холоднее

воздуха. Таким образом, здесь имеет место пример неизменно сопутствующего обстоятельства. Но охлажденный ли предмет является причиной появления росы или же его охлаждение есть результат воздействия росы? Итак, продолжим наше исследование.

Зададимся вопросом: какие факторы способствуют в одних случаях более, а в других менее интенсивному выпадению росы? Рассмотрим два фактора: вещество, из которого состоят предметы, покрываемые росой, и вид их поверхности. Распределяя предметы, сделанные из разных веществ, но с одинаковым видом поверхности по шкале интенсивности их теплоотдачи, можно убедиться в том, что предметы, скорее всего отдающие свое тепло, оказываются скорее и более обильно смоченными росой. Так же распределяя предметы в соответствии с характером их поверхности от совершенно гладкой до все более и более шероховатой, обнаруживаем и их возрастающую способность собирать росу. И здесь поверхности, скорее всего теряющие свое тепло, покрываются более обильной росой.

Теперь обратимся к случаям противоположным, то есть таким, когда роса не выпадает. Роса не бывает обильной в местах, не находящихся под открытым небом и ее не бывает в пасмурную ночь. Но если облака рассеются и небо прояснится, начинается выпадение росы. Здесь причина образования росы ясно указывается тем обстоятельством, что она предшествует появлению росы. Ясное безоблачное ночное небо составляет существенное условие для выпадения росы, тогда как облака на небе противодействуют ее образованию. Бывает и так, что роса, выпавшая в те часы, когда небо было ясным, испаряется, если небо опять заволакивается густыми облаками. Дело в том, что земля и нахо-

дящиеся на ней предметы, лишенные ночью поступления тепла от Солнца, интенсивно отдают свое тепло в открытое пространство, тогда как облака на небе защищают поверхность земли от потери тепла.

Собирая все частные индукции, мы открываем общую причину явления росы в том обстоятельстве, что открытая поверхность предметов, покрываемая росой, охлаждается путем радиации своего тепла быстрее, чем получает его от земли, и, становясь холоднее окружающего воздуха, конденсирует находящуюся в нем влагу.

Вместе с тем индуктивное исследование, казалось бы, весьма частного явления образования росы обнаруживает такие общие явления, как радиация тепла и конденсация паров, составляющих предмет изучения целых разделов физики. Так маленький ручей — по образному выражение Гершеля — ведет к широкой реке, в которую он впадает, сохраняя при этом свою особенность, свое значение и наименование. Исследование же общих явлений и их законов позволяет объяснить все частные явления, как те, которые путем индукции привели к представлениям о таких общих явлениях и законах, так и те, которыми ранее пренебрегали или просто их не замечали.

С этим связана задача проверки индукции. И первый шаг в этом направлении должен состоять в расширении ее применения к случаям, первоначально не имевшихся в виду, а также в разнообразии обстоятельств, при которых может действовать открытая посредством индукции причина, в целях установления степени ее общности и пределов ее действия. Важными факторами проверки такой широкой индукции являются ее подтверждения случаями, полученными там, где их всего меньше можно было ожидать, при иссле-

дованиях совершенно иного рода, чем те, где индукция первоначально была применена. Таким образом, для успеха научного исследования постоянно требуется сочетание индукции и дедукции, попеременное пользование как индуктивным, так и дедуктивным методом. Второй проверяет выводы, полученные первым; первый же ориентирует на то, чтобы, охватив как можно больше случаев, прийти к обоснованным и широким обобщениям, способным пролить свет на новые, еще не исследованные природные явления. Ведь, вообще говоря, значение вывода уменьшается, если он теряет свою общность.

Если можно количественно соотносить между собой ближайшие причины и их действия, то получают количественные, или эмпирические законы низшей общности. Они получаются путем индукции, но облекаются в математическую форму. Эти законы выражают количественные отношения между зависящими один от другого параметрами каких-либо явлений — или являющих собой причину и действие, или параллельные действия одной общей причины. Чтобы получить такой закон, где одно количество зависит от другого или изменяется вместе с ним, требуется ряд тщательных и точных измерений при каждом новом состоянии исследуемых явлений. Результаты этих измерений фиксируются в соответствующей таблице или выражаются определенной математической формулой или кривой. Эмпирические законы должны приниматься с большой осторожностью. Вообще говоря, на них не следует полагаться вне предела тех данных, из которых они получены, так как возможны крайние случаи, когда количественная зависимость между измеряемыми параметрами резко меняется и форма закона

перестает выражать действительные отношения исследуемых явлений. Но и в этих пределах необходима строгая проверка того, насколько формулы законов адекватны наблюдаемым фактам, то есть не превышает ли разница количественных данных, вытекающих из закона и измеряемых опытным путем тому, что может быть отнесено к ошибкам наблюдения или издержкам интерполяции при выведении формулы закона. Впрочем, после такого тщательного исследования эмпирические законы обычно получают широкое применение. Проверенные же в контексте созданной теории, то есть выведенные дедуктивно-математическим путем из основоположений теории, они обретают статус строгих теоретических законов.

Работе индукции по выявлению закономерной связи способствуют так называемые преимущественные примеры, те, что Фрэнсис Бэкон именовал «прерогативные инстанции», имея при этом в виду случаи, в которых интересующая нас причина или закон явления обнаруживается очевидным образом. Эти примеры позволяют избежать многих трудностей, связанных с индуктивным исследованием большого числа случаев этого явления, порой недостаточно ясных и осложненных разными привходящими обстоятельствами. Бэкон в «Новом Органоне» указал 27 таких преимущественных примеров, и Гершель приводит некоторые из них. А вот оригинальные примеры самого Гершеля, которые сразу наводят на закон явления. Однажды Рене Гаю случайно уронил на каменный пол и разбил шестистороннюю призму кристалла известкового шпата. Подбирая ее обломки, он заметил, что форма их граней отличается от формы граней разбитого кристалла и имеют вид ромба. Этот случай навел его на открытие

первичных форм кристаллов и законов образования из них вторичных кристаллических форм. Если смотреть на струю воды, под некоторым давлением льющуюся из круглого отверстия, то сразу, без какого-либо дополнительного исследования, а лишь видя ту параболическую форму, какую принимает текущая струя, можно получить представление о законе движения брошенных тел. Аналогично и мелкий песок, насыпанный на ровной стеклянной или металлической пластинке, приведенной в колебательное движение, образует фигуры, наглядно подсказывающие математический закон этого движения.

Высшие ступени индуктивного обобщения и формирование теорий

Частные индукции, ближайшие причины и законы низшей общности получаются из рассмотрения отдельных природных явлений, они же, в свою очередь, составляют базу формирования теорий. И здесь вступает в силу свободное умозрение, способность к абстрактным представлениям как органическая потенция человеческого духа. Но не своевольного, ничем не ограниченного в свободе воображения и в праве устанавливать принципы и выдвигать причинные объяснения. А дисциплинированного, способного к самоограничению, трезво, разумно и самокритично сообразующегося с реальными обстоятельствами. Ни одна теория не должна строиться на произвольных основаниях и допускать существование нереальных причин. Конечные задачи, преследуемые в теориях, те же, что и задачи низших индукций: объяснение реальных природных явлений и установление законов, которым они подчиняются. И в этом отношении существует известная аналогия в средствах, какими можно достигнуть решения теоретических задач, с теми, которые оказались успешными в исследованиях на более низкой ступени общности. В частности, сочетание индукции и дедукции, которые должны идти рука об руку, одна проверяя выводы, полученные другой.

Теоретическое рассмотрение представляет собою анализ явлений природы, направленный на постижение скрытых процессов, их производящих; недоступных для нашего чувства внутренних механизмов этих процессов и действующих здесь сил, известных лишь по их результатам. При этом вполне естественны и допустимы выдвижение и разработка относительно таких механизмов параллельных (двух или нескольких) теорий, исходящих из различных гипотез о природе исследуемого явления, как то имеет место, например, в случае изучения природы света. Одни предполагают здесь материальные частицы, или корпускулы, выбрасываемые светящимися телами; другие причину света связывают с колебательными движениями светящихся тел, сообщающих волнообразное движение особой эфирной среде, которая заполняет все пространство и передает его глазу, подобно тому, как звучащее тело посредством колебаний воздуха передает звук нашему уху. В связи с этим Гершель подчеркивает важную роль, какую играет в научном исследовании гипотеза. Гипотеза соотносится с теорией, как ближайшая причина с частной индукцией; она побуждает отыскивать аналогию и расширять область исследования. Она наталкивает на многие новые опыты, порой приводящие к неожиданным открытиям, о которых без нее, возможно, никогда бы не подумали и которые сами по себе могут иметь большое значение для науки.

Итак, при создании теории, отдавая себе отчет о тех явлениях, которые она имеет в виду, прежде всего необходимо разобраться в тех факторах, которыми эти явления обуславливаются, или тех условиях, которые представляются их причинами. Эти факторы не должны быть плодами произвольного изобретения; они

должны быть согласны с основными данными опыта и иметь место в явлениях, сходных с теми, которые исследуются. Либо эти факторы должны быть такими, чтобы их присутствие в данном случае могло быть определенно обнаружено, то есть они должны быть истинными причинами, существование и действие которых не только можно доказать, но для которых можно вывести законы их действия прямой индукцией посредством специально для того придуманных опытов. Либо по крайней мере такие, из которых можно получить предположения, которые не противоречили бы существующим опытным данным и впоследствии могли быть проверены согласиём вытекающих из них заключений с этими данными.

Далее следует найти законы, управляющие действием таких факторов. Это можно сделать, отмечает Гершель, тремя следующими способами.

Во-первых, индуктивным рассуждением, то есть исследованием всех случаев, в которых участие этих факторов известно, а затем сведением их в одно целое путем обобщения.

Во-вторых, построением гипотезы относительно такого закона и затем проверкой его путем сравнения вытекающих из него выводов с фактами.

В-третьих, путем, соединяющим в себе оба предыдущих способа: общий закон, который предполагается открыть, принимается а priori в таком общем виде, чтобы он мог заключать в себе все разнообразие частных законов; применением общих принципов, сообразных данному случаю, из него выводятся следствия, которые сравниваются со всеми известными частными случаями, и на основании такого сравнения общий вид закона модифицируется, ограничивается и принимает форму, адекватную этим случаям.

Эти три способа служат для открытия тех общих законов, на которых и основываются теории. Проверяются же теории их сопоставлением с частными фактами, специально выбранными таким образом, чтобы эти факты касались самых разнообразных случаев, включая крайние, и в количестве, достаточном для обнаружения возможных ошибок. И такое сопоставление служит проверкой всего хода индукций. Проверка индукций составляет теорию в широком смысле, поскольку она связана с рассмотрением влияния всех тех обстоятельств, которые могут видоизменить действия причин, законы которых желают проверить. Так, например, частные индукции, выведенные из рассмотрения движения планет вокруг Солнца и спутников вокруг планет, приводят к идее общего закона всемирного тяготения. Допуская этот закон и принимая, что все планетные системы подчиняются ему, замечают и целый ряд видоизменяющих условий. А именно, что и все планеты притягивают друг друга, и поэтому их орбиты должны отличаться от тех, по которым они двигались бы, находясь лишь под влиянием тяготения Солнца. Точные расчеты, сделанные с применением общих законов динамики, показывают величину этих отклонений в движениях планет под действием того же закона тяготения в указанных усложненных обстоятельствах.

Во многих случаях теорий опираются не только на законы, управляющие действиями причин, но и на представление о субстрате таких теорий, о механизме той системы (сейчас мы сказали бы «той модели»), посредством которой обнаруживаются действия этих причин. Так поступил Ампер, объясняя взаимное притяжение или отталкивание двух магнитов законом взаимодействия электрических токов. Он предложил

модель особого строения тела магнита, согласно которой вокруг каждой частицы его тела в определенном направлении постоянно течет электрический ток. И как бы искусственно и сложно ни выглядела такая система, ее допущение оправдано, если она дает возможность представлять с общей точки зрения массу частных фактов и теоретически предсказывать новые факты прежде, чем их обнаружит опыт. Только если теория верно представляет все факты и содержит все законы, к которым приводят наблюдение и индукция, только тогда она может удовлетвориться той гипотезой, которая предлагается относительно механизма ее системы, и может принять ее как существенную свою часть. В противном же случае гипотезы служат лишь вспомогательными лесами для построения корпуса общих законов и в этом, но не более, чем в этом, состоит их польза.

Если теория выдерживает проверку в области самых разнообразных случаев, полагает Гершель, то должно быть все равно, какие первоначала были приняты. Как бы странны и сомнительны на первый взгляд ни казались основания теории, их не следует отвергать, если из них выводятся заключения, которые удовлетворяют многочисленным наблюдениям, охватывающим всю ту область явлений, на объяснение коих претендует эта теория. Их нужно сохранить, во всяком случае до тех пор, пока не будут найдены лучшие; ибо отбрасывая их, рискуют лишиться всех тех новых открытий, к которым они могут привести.

Теория может принять вид сугубо математического рассуждения, подобного геометрии, как это случилось с посленьютоновской динамикой. Здесь теоретические задачи решаются с помощью математических

уравнений, и представляется, что предел такой математической разработки теории определяется пределом возможности самой чистой математики. Однако и здесь необходимо обращаться к опыту для установления данных, от которых зависят частные применения закона. И хотя математический анализ дает мощное средство представить в общих выражениях какой-либо предположительный случай и через сравнение этого анализа с фактами определить, какие данные должны служить для объяснения наблюдаемых явлений, — обращение к опыту неизбежно при каждом частном случае применения закона, даже тогда, когда общие принципы кажутся твердо установленными. Во всех таких случаях неизбежно прибегают к индукции.

Проблема измерения

В постоянном усовершенствовании средств наблюдения, приборов и инструментов, служащих для измерения, в повышении их точности и вообще в развитии теории и практики измерения Гершель видит важнейшие факторы, обеспечивающие прогресс естествознания в Новое время. Поскольку данные нам природой чувства не являются средствами точного определения и сравнения многих количеств, например веса, времени, расстояния, а для восприятия и определения других их вовсе у нас нет, то для этой цели создаются специальные измерительные инструменты и приборы. В связи с этим Гершель затрагивает вопрос о выборе удобных и общезначимых единиц измерения и подробно останавливается на тех условиях наблюдения и способах обработки их количественных результатов, которые могут способствовать минимизации ошибок, практически неизбежных во всяких такого рода измерительных операциях. Любая физическая теория может быть эффективно применена лишь при наличии точно определенных данных для содержащихся в ней параметров. Вместе с тем от точного определения таких данных зависит и подтверждение ими целой теории, частью которой, будучи принятыми, они являют-

ся. Все это предъявляет тем большее требование к точности определения данных, чем с более совершенной теорией имеют дело.

Физические данные, используемые в теоретических расчетах, требуют точности, которую обычно не дает одно-единственное наблюдение. Большая точность достигается с помощью большого числа наблюдений, произведенных при одинаковых обстоятельствах, и вычисления среднего значения из тех определений, которые они дают. Так как маловероятно, чтобы во всех наблюдениях повторялась одна и та же ошибка (естественно, за исключения случаев, когда существует одна постоянная причина такой ошибки), то эта средняя величина может оказаться близкой к истинной.

Однако в исследовании результатов измерения, когда имеют дело со случайными величинами, установление просто среднего значения бывает недостаточно и требуется более детальное знакомство с законом их распределения, или рассеяния. Если данные наблюдения многочисленны и в известных пределах сгущены и никакое одно отдельно взятое определение не может быть сочтено за абсолютно точное, с помощью теории вероятностей можно рассчитать вероятную точность результатов таких наблюдений, или пределы их отклонений от истинного значения. Так, например, астроном, желающий определить точное местонахождение исследуемого небесного тела, рассматривает его в телескоп и получает ряд в некоторых пределах несходных между собой результатов; лишь небольшое число из них значительно отклоняется от средней величины, остальные более или менее близки к ней. Применяя теорию вероятностей, он может рассчитать, какое место наблюдаемое небесное тело вероятнее всего зани-

мает. Аналогичным образом рассчитываются в науке и другие физические данные в случае их несовпадения в целом ряде наблюдений.

Что касается развития измерительной техники, то не только совершенствуются инструменты, традиционно используемые для измерения веса, пространства и времени, но и изобретаются новые, такие, которые позволяют производить качественно новые виды измерения. И Гершель перечисляет некоторые из них, созданные за последнее время. Например, сферометр — прибор для измерения радиуса кривизны шаровидных поверхностей; гониометр — прибор для измерения двугранных углов между плоскими гранями кристаллов, совершенно изменивший вид минералогии и способствовавший ее превращению в точную науку. На совершенно новом принципе для измерения крайне слабых сил построены крутильные весы Кавендиша и Кулона. Для измерения слабого электрического тока, даже не воспринимаемого нашими чувствами, создается прибор гальванометр; а для измерения влажности воздуха и вообще газов — гигрометр, в котором точная мера заменяет совершенно произвольные показания наших чувств. А Френель и Араго предложили метод измерения преломляющих свойств прозрачных сред при помощи явления дифракции света.

Систематизация Миллем методов опытного исследования Гершеля

В своей «Системе логики силлогистической и индуктивной» Дж. Ст. Милль писал, что из всех известных ему сочинений только в произведении Гершеля намечены вполне сознательно четыре индуктивных метода опытного исследования причинной связи и что он поставил перед собой задачу изложить их с той полнотой, как они того заслуживают. Отдавая должное проделанной в этом направлении работе Милля, все же замечу, что его систематизация касается лишь части из предложенных Гершелем правил умозаключения для определения причинной связи. Правила Гершеля имеют в виду целый ряд аспектов работы по выявлению причинных отношений, которые остались не затронутыми систематизацией Милля. Итак, остановимся на миллевской формулировке методов опытного исследования причинных связей.

Основание индуктивных методов опытного исследования

В качестве основания индукции, то есть обобщения из опыта, как кратко можно определить индукцию, Милль полагает так называемый Закон единообразия строя природы, подтверждаемое всем человеческим опытом положение, что в природе существуют сходные

явления, которые неоднократно повторяются при сходных обстоятельствах. Это положение о единообразии порядка природы, есть основной принцип всякого индуктивного исследования, его общая аксиома, оправдывающая саму возможность такого исследования.

Говоря в целом о единообразии строя природы, следует иметь в виду, что оно есть сложное явление, представляющее собой совокупность всех отдельных единообразий, какие существуют по отношению к отдельным природным явлениям. Каждое конкретное природное явление неизменно встречается всякий раз, когда имеются известные обстоятельства, и не встречается, когда эти обстоятельства отсутствуют. Так из сплетения многих отдельных зависимостей, связывающих друг с другом части природы, формируется ее общий порядок.

Явления природы находятся друг с другом в двух типах отношений: одновременности и последовательности. Единообразная повторяющаяся связь отношения непреложного следования явлений есть причинная связь. То обстоятельство, что всякое возникающее явление имеет свою причину, то есть причиняется каким-то другим явлением, составляет непреложный факт человеческого опыта. Оно же составляет и главный предмет человеческого познания, поскольку ведет к открытию законов природы и возможности предвидения, предсказания наступления определенных явлений при наличии каких-то других явлений. Как выделить такую причинную связь из хаоса случайных последовательностей явлений, множество которых нам представляет природа, — этому, собственно, и должны служить методы опытного исследования причинной связи.

Метод сходства

Пусть A есть некоторое обстоятельство, или причина, и пусть задача состоит в том, чтобы установить, каковы действия этой причины. Если мы можем наблюдать в природе или же самим создать опытным путем A в ряде случаев, которые были бы сходны между собою лишь в одном — наличии в них этого обстоятельства, то всякое действие, которое имеет место во всех этих случаях, будет действием обстоятельства A . Пусть, например, A сопровождается в одном случае обстоятельствами B и C , действиями же оказываются abc ; в другом случае A сопровождается обстоятельствами D и E , действиями же оказываются ade . Тогда очевидно, что ни b и c , ни d и e не являются действиями A , так как первые не последовали за A во втором случае, вторые же — в первом случае. Действием A должно быть то, что имеется в обоих случаях, этому условию удовлетворяет лишь a . Оно не может быть действием ни B или C , так как имеет место там, где их не было, не может быть на том же основании и действием D или E . Поэтому логично можно заключить, что a есть действие A .

Подобным же образом можно исследовать, какова причина некоего действия a . Правда, здесь мы часто ограничены лишь возможностями наблюдения, поскольку иначе требуется целенаправленным опытом произвести явление, причина которого неизвестна. Но если можно наблюдать a в двух различных случаях abc и ade и если мы знаем или можем найти, что предыдущими обстоятельствами в первом случае были ABC , во втором же ADE , то, рассуждая так же, как и выше, мы вправе заключить, что a связана причинной связью с

предыдущим *A*. Ни *B* и *C* не могут быть причиной *a*, так как их нет во втором случае, ни *D* и *E*, так как они отсутствуют в первом случае.

Говоря о методе сходства, надо иметь в виду, что если нельзя экспериментально произвести обстоятельство *A*, то заключение, что именно оно есть причина *a*, не бесспорно. Не всякое неизменное предыдущее есть причина, оно может быть лишь неизменно сопровождающим предыдущим. К тому же не всегда можно удостовериться в том, что *A* есть единственное сходство, есть единственное непосредственное предыдущее общее обоим случаям. Если бы нам были известны все предыдущие, то мы имели бы основания полагать, что и причина также находится где-то среди них. Но установить все предыдущие практически невозможно, раз явление нельзя осуществить опытным путем. Правда, строго говоря, и возможность эксперимента не гарантирует нам такое знание; однако, имея дело с искусственно созданной ситуацией, все же можно полнее проанализировать и лучше разобраться с обстоятельствами исследуемого явления, чем когда имеют дело с самопроизвольным природным явлением.

Итак, ни одно обстоятельство, которое можно исключить или которое может отсутствовать при наличии какого-то явления, не связано с ним причинной связью. Если после исключения таких обстоятельств останется лишь одно обстоятельство, то оно и будет искомой причиной, — если же останется несколько обстоятельств, то причиной являются или все они, или некоторые из них. То же с надлежащими поправками справедливо и при отыскании действий. Метод сходства можно резюмировать в следующем правиле.

Если два или более случая исследуемого явления имеют общим лишь одно обстоятельство, то это обстоятельство, в котором только и согласуются все эти случаи, есть причина (или действие) данного явления.

Метод различия

Для метода сходства подбираются такие случаи, которые совпадают в одном обстоятельстве, различаясь во всех других. Для метода различия, напротив, находят два случая, сходные друг с другом во всем, кроме одного обстоятельства, которое исследуется. Оно присутствует в одном случае и отсутствует в другом. Если ставится задача открыть действие некоторой причины A , то она ищется в некоторой группе известных обстоятельств или же вводится в нее. Затем рассматривают, какие действия проистекают из такой группы обстоятельств ABC по сравнению с действиями, проистекающими лишь из обстоятельств BC . Если действиями ABC выступают abc , действиями же BC — bc , то очевидно, что действием A является a . Так же, если хотят выяснить, какова причина действия a , то рассматривают, например, случай abc , в котором имеется это действие и где предыдущими были ABC , затем рассматривают случай, где бы имели место лишь bc без a . Если в последнем случае предыдущими являются BC , то это свидетельствует, что причиной a должно быть A , одно или же в связи с какими-то другими из имеющихся обстоятельств.

Итак, всякое предыдущее, которое нельзя исключить, не лишаясь исследуемого явления, есть причина или часть причины этого явления; всякое последующее,

которое можно исключить исключением какого-либо одного из предыдущих, есть действие этого предыдущего. Метод различия можно резюмировать в следующем правиле.

Если случай, в котором исследуемое явление наступает, и случай, в котором оно не наступает, сходны во всех обстоятельствах, кроме одного, имеющего место лишь в первом случае, то обстоятельство, в коем только и разнятся эти два случая, есть действие, или причина, или необходимая часть причины явления.

Из двух вышеизложенных методов метод различия есть по преимуществу метод эксперимента, тогда как метод сходства преимущественно применяется при наблюдениях, когда эксперимент невозможен. Требования метода различия легче всего удовлетворить при исследовании тех явлений, которые можно искусственно видоизменять или контролировать, тогда как при самопроизвольных явлениях природы эти требования редко выполнимы. Обратное имеет место в случае метода сходства. Этим методом можно исследовать всякие случаи, которые встречаются в природе, а не только явления, специально искусственно вызванные. Раз группа таких случаев в чем-то сходна, то уже сам этот факт наводит на определенное заключение. И хотя мы не всегда можем быть уверены в том, что это сходство есть единственное сходство, такая неизвестность не затрагивает справедливость результата наших рассуждений в отведенных ему пределах. Сколько бы ни осталось других, еще не установленных неизменных сходных предыдущих или последующих, одно уже установлено. Если за ABC , ADE , AFG следует между прочих a , то оно есть неизменное последующее A . Если abc , ade , afg имеют в числе своих предыдущих A , то A как-то свя-

зано с a . Но для выяснения того, является ли то или другое неизменное предыдущее причиной (либо то или другое неизменное последующее действием), надо изыскать возможность самим произвести одно из них при посредстве другого. Но тогда исследование уже пойдет по методу различия, а не сходства.

Итак, только метод различия способен давать достоверное знание о причине исследуемого явления. Метод сходства, строго говоря, наталкивает лишь на определенные единообразия, при которых вопрос о причинной связи еще остается открытым. Метод сходства полезен тем, что указывает, где следует применить метод различия. Кроме того, этот метод приходится применять в качестве более слабого средства и в тех случаях, когда метод различия вообще нельзя использовать в силу невозможности искусственного воспроизведения исследуемого явления.

Соединенный метод сходства и различия

Милль его называет еще «косвенным методом различия». Этот метод применяется тогда, когда при исследовании какого-либо явления метод различия или вовсе неприменим, или же применим только после метода сходства и состоит из двойного применения метода сходства. Поясню это. Если сравниваются различные случаи, где встречается a и устанавливается, что для всех них является общим обстоятельство A и, насколько можно заметить, только оно, то по методу сходства можно заключить: между A и a существует некоторая связь. Путем последующего применения метода различия, то есть нахождения среди них такого случая

ABC, в котором устранение *A* было бы связано с исчезновением *a*, было бы доказано, что связь между *A* и *a* есть причинная связь. Но если применить здесь прямо метод различия невозможно, то можно попытаться обратиться еще раз к методу сходства. Как прежде исследовались различные случаи, где *a* встречалось тогда, когда в них встречалось и *A* и это было их единственное сходство, так теперь следует исследовать различные случаи сходные в том, что *a* не встречается всюду, где нет *A*. Эти два доказательства связи между *a* и *A* независимы одно от другого и вместе с тем друг друга подкрепляют. Такому соединенному методу остается присущ недостаток, вообще свойственный методу сходства. И здесь нельзя быть вполне уверенным, что случаи присутствия *a* сходны между собой в одном только наличии *A*, и в том, что случаи отсутствия *a* сходны между собой в одном только отсутствии *A*. Поэтому этот метод, будучи расширением и усовершенствованием простого метода сходства, все же не отличается такой же достоверностью, какая присуща методу различия. Этот метод может быть резюмирован в следующем правиле.

Если два или более случая возникновения явления имеют общим лишь одно обстоятельство и два или более случая отсутствия того же явления имеют общим только отсутствие того же самого обстоятельства, то это обстоятельство, в коем только и разнятся оба ряда случаев, есть или действие, или причина, или необходимая часть причины изучаемого явления.

Метод остатков

Пусть имеются предыдущие ABC , за которыми следуют действия abc , и уже установлены причины некоторых из этих последующих или последующие некоторых из этих причин. Например, что a есть действие A и b есть действие B , тогда, вычитая сумму всех этих действий из всего явления abc , получаем в остатке c , которое можно признать действием C . Метод остатков в строгом его применении отличается такой же достоверностью, что и метод различия, и, вообще говоря, является одной из его разновидностей. Строгость вывода по этому методу зависит: во-первых, от достоверности установления a и b как действий A и B , во-вторых, от полной уверенности, что C есть единственное предыдущее, с которым можно связать остаточное явление c . Поскольку же в последнем мы никогда не можем быть в полной мере уверены, то доказательность метода остатков не может быть строгой, пока мы не будем в состоянии отдельно подвергнуть C экспериментальному исследованию на предмет его связи с c или пока эта связь не будет доказана дедуктивным путем, исходя из уже известных законов. При всем при том метод остатков является одним из тех способов исследования, который порой открывает самые неожиданные причинные связи. Дело в том, что агент C может быть совершенно неизвестным, скрытым обстоятельством, поиск которого провоцируется исключительно фактом недостаточности уже известных причин для объяснения всего совокупного явления abc . Да и c может быть достаточно скрыто его смешением с действиями a и b , чтобы предстать в качестве самостоятельного предмета рассмотрения. Метод остатков можно резюмировать в следующем правиле.

Если из явления вычтуть те его части, которые суть действия уже известных причин, то остаток данного явления должен быть действием каких-то остальных предыдущих обстоятельств.

Метод сопутствующих изменений

Встречаются ситуации, когда ни метод сходства, ни метод различия, ни метод остатков в силу самой природы исследуемых явлений не могут быть применены. Это имеет место тогда, когда обстоятельства, причинная связь которых исследуется, не могут быть отделены или изолированы друг от друга. В таких случаях, хотя и невозможно совершенно исключить предыдущее, возможно видоизменить его искусственным образом либо наблюдать его естественное видоизменение. Тогда, если определенное видоизменение предыдущего A всегда сопровождается изменением в последующем a , причем другие последующие b и c остаются неизменными; или же если изменению в a предшествовало определенное видоизменение A , причем не наблюдалось никакого видоизменения ни в одном из других предыдущих B и C , то можно с полным основанием заключить, что между a и A существует какая-то причинная связь. Видоизменение может осуществляться в различных отношениях, в том числе и количественном. Но оно не должно затрагивать качественной природы вещи, изменяемое обстоятельство должно оставаться в этом отношении тем же самым. Этот метод можно резюмировать в следующем правиле.

Всякое явление, изменяющееся определенным образом всякий раз, когда некоторым особенным образом изменяется другое явление, есть либо причина, либо действие этого явления, либо связано с ним какой-то причинной связью.

Последнее прибавление имеет в виду тот случай, когда оба параллельно изменяющиеся обстоятельства представляют собою два различных действия одной и той же причины. Вообще же говоря, чтобы установить в такой ситуации, какое из явлений есть причина, а какое действие, надо попытаться опытным путем произвести один ряд изменений при помощи другого ряда либо обнаружить недвусмысленную последовательность этих изменений в естественном состоянии. Для установления определенности и единообразия в сопутствовании изменений действия изменениям причины важно исключить всякое изменение в других предыдущих. Как уже говорилось, метод сопутствующих изменений плодотворно применим в тех случаях, когда исследуемые обстоятельства не могут быть отделены друг от друга и когда другие методы не работают. Но не только в этих случаях. Его применение в иных ситуациях вслед за методом различия уточняет и делает более определенным вывод последнего, так как позволяет установить и точные количественные соотношения между изменяющимися предыдущими и последующими обстоятельствами.

Применение метода сопутствующих изменений к случаям, когда речь идет о количественных изменениях причины и действия, составляет прерогативу этого метода. Однако к заключениям о характере той функциональной зависимости между A и a , которая получена в результате опытного исследования изменения их

количеств, надо относиться с достаточной осторожностью. Экстраполяция этой функции на случаи тех значений A и a , которые не имели место в опыте, может оказаться и зачастую оказывается несостоятельной. Вне пределов, установленных в опыте, числовые соотношения изменений A и a могут сильно отличаться от наблюдаемых в его пределах. Поэтому нельзя признавать основанными на полной индукции заключения ни от сопутствующих изменений a и A к существованию неизменной и исключительной связи между этими обстоятельствами, ни к постоянству количественного соотношения между их изменениями для всех случаев, когда величины этих изменений гораздо больше или меньше тех, какие наблюдались. Доказанным в подобных случаях можно считать лишь то, что между исследуемыми обстоятельствами существует некоторая связь и что A должно быть одной из тех причин или частью причины, которая определяет a .

Милль полагал, что вышеизложенные методы представляют собою единственно возможные способы опытного исследования, или прямой индукции *a posteriori* в ее отличии от дедукции. Во всяком случае, замечал он, я не могу вообразить себе других подобного рода способов.

Случай множественности причин

Если считать, что одно и то же действие может быть результатом нескольких причин, как в этом случае будут работать изложенные методы исследования причинной связи? Очевидно, метод сходства в такой

ситуации обнаруживает свою недостоверность. Действительно, если имеются случаи ABC , за которыми следуют действия abc , и ADE , за которыми следуют действия ade , то заключение о том, что причиной a является A , может быть сделано лишь при допущении наличия единственно возможной причины для a . В противном случае, то есть при допущении двух или нескольких возможных причин для a , такое заключение вполне может оказаться ложным, потому что причинами a могут быть, например, в первом случае B , во втором же D , тогда как A вовсе может не иметь никакого отношения к действию a ни в том, ни в другом из этих случаев.

От такой недостоверности в случае множественности причин свободен метод различия. Действительно, если имеются два случая ABC и BC , причем BC обуславливают bc , присоединение же A к BC порождает действие abc , то очевидно, что по крайней мере в такой ситуации именно A явилось причиной (или необходимой частью причины) a , хотя в других ситуациях его причина может быть иная. Надежно может использоваться в случае допущения множественности причин и соединенный метод сходства и различия. Действительно, этот метод предполагает, что не только случаи, где имеется a , сходны между собой лишь в присутствии обстоятельства A , но также и то, что случаи, где нет a , сходны лишь в факте отсутствия A . Но тогда в такой ситуации A должно быть единственно возможной причиной a , ибо если бы причиной a было бы нечто иное, например B , то в тех случаях, где a отсутствовало бы, вместе с A должно было бы отсутствовать и B , а это противоречило бы условию, что все случаи сходны лишь в отсутствии единственного обстоятельства A .

Вместе с тем и оставаясь в рамках лишь метода сходства, все же можно повысить степень правомерности его заключения. Заключение по методу сходства нельзя считать достоверным, если число сравниваемых случаев невелико. Но если при увеличении числа случаев и видоизменении их характера отношение между A и a остается тем же, то есть в них нет другого общего предыдущего, чем A , то степень правомерности заключения может возрасть. Проводя наблюдения не только над ABC и ADE , но над достаточно большим рядом случаев ABC, ADE, AFG, AHK, ALM и т.д., в которых нет других сходных факторов, кроме наличия обстоятельства A , и имея в виду, что a неизменно входит в состав их действий, мы вынуждены заключить: или a имеет своей причиной A , или же оно имеет столько же различных причин, сколько рассмотрено случаев. При увеличении числа таких случаев вероятность последнего уменьшается, а того, что причиной является A , возрастает. Полагаясь на достаточно большое число случаев, следует вместе с тем, вникая в их природу, разнообразить их, отличать существенное от несущественного при определении того, какие обстоятельства этими случаями исключаются, а какие нет.

Если признать существование многих причин для одного и того же действия и поставить своей задачей установление этих причин всякий раз, как они встречаются, то и здесь миллевские методы работают так же, как обычно. Даже если бы данное действие могло быть произведено двумя или большим числом причин, процесс их нахождения остается тем же, каким исследуют случаи, предполагающие лишь одну-единственную причину для некоторого действия. Во-первых, каждая из таких причин может устанавливаться на основании

отдельного ряда случаев, в котором именно она встречается. Во-вторых, множественность причин может обнаружиться при сопоставлении некоторого числа случаев, хотя и не имеющих какого-либо одного единственного предшествующего обстоятельства, в котором бы все они сходились, но, например, всегда имеющего в качестве общего предшествующего обстоятельства либо одно, либо другое из некоторого числа предшествующих. Если при дальнейшем анализе можно будет найти в этих нескольких предыдущих какой-либо общий всем им элемент, то тогда открывается возможность дойти до какой-то одной причины. Если же этого сделать нельзя, то все эти предыдущие обстоятельства, по крайней мере пока, должны быть признаны отдельными причинами, каждая из которых достаточна для причинения данного действия.

Вообще говоря, положение, что одно и то же действие может иметь несколько разных причин, не бесспорно. После Милля оно не раз обсуждалось в философско-методологической литературе, в частности Бэном, Венном, Минто, Дюргеймом, Чупровым. Представление о существовании множественности причин для одного и того же действия, равно как и множественности действий от одной и той же причины, возникает в силу допущения несоразмерности соотносимых причин и действий. Если устанавливается такая связь явлений, где причина сложнее и конкретнее действия, то возникает представление о множественности причин для такого действия. Если же установленное действие представляется сложнее и конкретнее причины, то это порождает представление о множественности действий у данной причины. И если устранить эту несоразмерность, то есть достаточно все-

сторонне и полно проанализировать действие, то в нем обнаружится след той единственной причины, которая его произвела; так же и обратно, скрупулезный и полный анализ причины наводит на то уникальное действие, которое она причиняет. Обычная в этом деле трудность заключается в том, что такой анализ далеко не всегда можно выполнить. Впрочем, это уже другая тема, выходящая за пределы миллевской концепции. Сам Милль признавал существование множественности причин и, как мы знаем, рассматривал возможность их опытного исследования с помощью сформулированных им методов. Эту множественность признавал и Гершель, хотя в его взглядах на сей счет можно усмотреть известную непоследовательность: признавая существование множественности причин для одного и того же действия, он вместе с тем в своем определении причинной связи постулирует необходимость соразмерности причины и действия. Вообще же причинная связь бывает разнообразной. И во многих сложных случаях, например, когда происходит столкновение причин и смешение действий от многих причин, приходится обращаться к иным способам ее исследования, в которых существенную роль уже играет дедукция.

Примеры применения элиминирующих методов опытного исследования

Уильям Уэвелл критически отнесся к сформулированным Миллем методам опытного исследования причинной связи. Он, во-первых, ставил под сомнение их эффективность как приемов реального практического исследования; во-вторых, указывал, что приводимые Миллем примеры вовсе не свидетельствуют, что посредством этих методов делаются новые научные открытия.

По поводу первого возражения Уэвелла следует иметь в виду, что правила научного метода не являются столбовой дорогой, ведущей к научным открытиям. Применительно к методам опытного исследования Милля это означает, что в каждом частном случае правила этих методов отнюдь не определяют те конкретные элементы, которые выделяются, сравниваются и элиминируются в ходе исследования опытных данных. Последние определяются в процессе скрупулезной содержательной работы квалифицированного специалиста в данной области. Но не будучи торным путем к получению новых результатов, эти методы являют собой те общие логические схемы правильного исследования, которые применительно к каждому частному случаю могут удостоверить его корректность.

Относительно же второго возражения Милль замечает, что, подбирая примеры, он не имел в виду убеждать в том, что наблюдение и опыт служат способами приобретения знания. Он хотел только пояснить и

облегчить понимание этих методов при помощи самых простых примеров. В настоящем приложении для всех методов опытного исследования причинной связи, сформулированных Дж.Ст.Миллем, я привожу конкретные иллюстрации их работы в качестве логических оснований, оправдывающих те или иные научные открытия.

Метод сходства

Шотландский физик Д.Брюстер заинтересовался, какова причина радужного перламутрового цвета, который являют некоторые предметы, например раковины. Он решил этот вопрос следующим образом. Следя на воске, свинце, гуммиарабике, рыбьем клее и некоторых других веществах отпечатки перламутровой поверхности, он нашел на них ту же самую радужную игру цветов. Из этого Брюстер сделал вывод, что причиной перламутрового цвета является не химическая природа вещества, а характер его поверхности, так как именно этот характер есть единственное предшествующее, или условие, необходимое для явления перламутрового цвета во всех исследованных случаях.

А вот другой пример. Французский биолог Реми Шовен с сотрудниками изучал ряд замечательных явлений в жизни пчелиного улья, в частности управление некоторыми протекающими в нем процессами со стороны пчелиной матки. Находящаяся в улье матка привлекает к себе пчел, задерживает развитие яичников у рабочих пчел и тормозит строительство ими в улье маточников. Такое же воздействие на пчел в улье оказывает и мертвая матка, и ее труп многолетней давности.

ти, и даже труп матки, истолченный в порошок. Это вызвало предположение, что здесь имеет место влияние какого-то стойкого вещества, содержащегося в теле пчелиной матки. Для его получения тела маток подвергли химической обработке, и из них были сделаны спиртовые вытяжки. Эти вытяжки действовали на рабочих пчел так же, как тело матки. Так, согласно методу сходства, был сделан вывод, что все это вызывается одним общим и для живой матки, и для ее трупа, и для трупа матки, истолченного в порошок, и для спиртовой вытяжки из тела матки фактором — а именно определенным сложным химическим веществом.

Метод различия

Свой опыт с «магдебургскими полушариями», доказывающий существование давления атмосферы, Отто фон Герике продемонстрировал в 1654 г. на заседании рейхстага в Регенсбурге. Два полых медных полушария были хорошо пригнаны один к другому, и из них был выкачен воздух. При этом полушария оказались настолько прижатыми друг к другу, что их не могли разорвать 16 лошадей. Когда же в полушария впустили воздух, разнять их не стоило никакого труда. Этим опытом по методу различия Герике доказал, что силой, которая прижимает полушария, является давление атмосферного воздуха.

Кажется, первым, кто экспериментально по методу различия установил, что воздушная среда является причиной распространения звука, был английский физик Гауксби. Он поместил колокольчик под приемник воздушного колокола и констатировал:

если последний наполнен воздухом, то звон колокольчика слышен, а когда воздух выкачен, тогда звука не было слышно.

В одном из своих писем в 1744 г. В. Франклин рассказывал своему корреспонденту об опытах, которыми он доказал способность остриев собирать и испускать электричество. Свинцовый шар трех или четырех дюймов в диаметре, укрепленный на изолирующей подставке, был наэлектризован, о чем свидетельствовал небольшой пробковый шарик, подвешенный на шелковой нитке рядом с ним и под воздействием электрического заряда отклонившийся от него на четыре дюйма. Приблизив к свинцовому шару на расстояние шести или восьми дюймов кончик тонкого и острого шила, можно было убедиться, что электрический заряд шара перетек в шило, так как отталкивание пробкового шарика от него прекратилось. Произведя этот опыт в темноте, можно было заметить такое перетекание — острие шила испускало легкое свечение. Но острие способно не только отнимать электричество у других тел, но и отдавать его. Если укрепить на свинцовом шаре иголку, шар никак нельзя будет наэлектризовать в такой степени, чтобы пробковый шарик отклонился от него. Результаты этих опытов, сделанных по методу различия, подсказали Франклину идею громоотвода.

По методу различия производятся многие биологические исследования о влиянии какого-либо фактора на подопытную группу живых организмов с помощью так называемой контрольной группы таких же организмов. Так, например, изучали влияние витамина тиамина на рост и здоровье организма животных. Для этого выделили подопытную и контрольную группы крыс. Крыс обеих групп содержали в одинаковых

условиях и кормили в одном и том же режиме одинаковой пищей. Только крысам подопытной группы давали пищу без тиаминa, а крысам контрольной группы с тиамином. При этом наблюдалось, что крысы контрольной группы растут и развиваются нормально, а крысы подопытной группы растут плохо и заболевают полиневритом. Из этого был сделан вывод, что причиной задержки роста и заболевания полиневритом является отсутствие в рационе питания крыс тиаминa. В исследованиях такого рода условием правомерности вывода является максимальное подобие организмов, включенных в обе группы, содержание их в идентичных условиях и режиме питания, различающегося для контрольной и подопытной групп лишь в одном компоненте, именно в том, влияние которого на организм хотят выяснить.

Соединенный метод сходства и различия

Исландский шпат и многие другие кристаллы обладают свойством двойного преломления: предметы кажутся удвоенными, если смотреть на них через такие кристаллы. Можно было бы сразу доказать, что это свойство зависит от кристаллического строения, если бы всякое прозрачное вещество мы могли получить в кристаллическом и некристаллическом виде, без всякого другого изменения. Тогда такой вывод был бы сделан по методу различия. Однако удовлетворительное доказательство этого можно усмотреть в том, что различные однородные прозрачные некристаллические вещества сходны между собой в том, что они не обладают двойным преломлением, и что, напротив,

различные кристаллические прозрачные вещества, с некоторыми исключениями, сходны между собой в том, что они обладают этой способностью.

Метод сопутствующих изменений

Согласно этому методу Роберт Бойль открыл закон о газах, который гласит: давление и объем газа (собственно Бойль проделывал свой опыт с воздухом) находятся в обратном отношении. В коротком колене стеклянного сифона, запаянном в конце, находился воздух, а в длинное колено сифона подливалась ртуть, которая оказывала на воздух давление. Бойль установил, что с увеличением давления на воздух объем занимаемого им пространства в коротком колене сифона уменьшается. Он также произвел опыт, который показал, что с уменьшением давления воздух занимал в коротком колене сифона все больший объем. Количественные результаты этих опытов Бойль зафиксировал в двух таблицах сжатия и разрежения воздуха, что помогло ему сформулировать свой закон.

Согласно этому методу М. Фарадей открыл и исследовал явления индукции электрических токов и возбуждения электричества при помощи магнита.

На деревянную катушку была намотана медная проволока и между ее витками намотана другая проволока, изолированная от первой. Одна из этих проволочных спиралей была соединена с гальванометром, а другая — с сильной электрической батареей. При замыкании второй спирали наблюдалось внезапное появление тока и в первой проволоке, и то же самое замечалось при прекращении тока. При непрерывном же прохождении тока через вторую спираль в первой не наблюдалось никако-

го индуцируемого тока. Из этого опыта Фарадей сделал вывод, что ток, проходящий через один провод, индуцирует такой же ток в другом проводе, но лишь мгновенный, в момент его начала и прекращения.

В следующем опыте Фарадея на картонный цилиндр была намотана медная проволока и соединена с гальванометром, а в полость цилиндра был помещен железный сердечник. В момент соприкосновения этого сердечника с обыкновенным магнитом, который намагничивал сердечник, стрелка гальванометра отклонялась, показывая возникновение в проволоке тока, и снова принимала исходное положение, если магнит оставался приложенным к сердечнику. В момент прекращения этого контакта стрелка гальванометра тоже отклонялась, но уже в обратном направлении, и тут же возвращалась в исходное положение. Таким образом было обнаружено, что магнит возбуждает в проволоке электрический ток, но лишь в моменты первого его воздействия на нее и прекращения этого воздействия.

И еще один пример. Английский физик Д.Джоуль, исследуя возникновение теплоты, сосредоточился на рассмотрении трения как ее причины. Употребляя на трение одного вещества с другим определенное количество силы, он установил, что количество развившейся при этом теплоты было больше или меньше в точной зависимости от того, больше или меньше было приложено силы.

Метод остатков

Исследование по методу остатков мы находим в опытах по определению упругости разных веществ, произведенных И.Ньютоном. Он заставлял подвешен-

ные на нити шары, сделанные из этих веществ, качаться и ударяться друг о друга и затем сравнивал, как далеко они отскакивают сравнительно с тем, насколько первоначально они были отведены в сторону. Потеря движения шаров при этом отчасти происходила от недостаточной упругости, а отчасти от сопротивления воздуха. Количество этого последнего действия нетрудно определить, заставляя шары качаться без столкновения друг с другом и наблюдая, насколько каждое качание становится меньше предыдущего. Отсюда легко узнать и ту потерю движения, которая происходит за счет столкновения шаров.

По методу остатков в 1817 г. был открыт химический элемент кадмий. Он был обнаружен случайно в препарате цинковой соли, забракованной в одной из немецких аптек, из-за того, что наряду с обычными реакциями цинка соль обнаруживала несвойственные ему реакции. При прокаливании она давала окисел не чисто белого, а слегка буроватого цвета; в растворе сероводородом образовывался слабый желтый осадок, тогда как цинк в этих условиях вообще не дает осадка. Кадмий попал в цинковый препарат, поскольку химически сходен с цинком и является обычным его спутником в цинковых рудах.

Поводом для открытия Розе в 1844 г. ниобия было обнаружение небольшого колебания удельного веса окиси тантала в разных образцах. В связи с этим возникло предположение о присутствии в окиси тантала примеси какого-то другого, еще неизвестного элемента, весьма схожего с танталом. Этим элементом был ниобий.

Классическим открытием по методу остатков является нахождение Нептуна как тела, возмущающего движение Урана. Наблюдение движения Урана, откры-

того старшим Гершелем в 1781 г., обнаружило странную аномалию: рассчитанная по всем законам небесной механики теоретическая орбита движения Урана расходилась с наблюдаемыми положениями этой планеты. Было сделано предположение, что эта аномалия вызвана воздействием на Уран какого-то неизвестного небесного тела. Первым вычислил орбиту неизвестной планеты в 1845 г. Адамс, а на следующий год такое же исследование провел Леверрье, которому удалось точнее, чем Адамсу, указать положение возмущающего тела. Новая планета, получившая название «Нептун», была найдена астрономом Галле в тот же вечер, когда он получил от Леверрье письмо с просьбой поискать ее.

По методу остатков был открыт инертный газ гелий. Установлено, что каждый химический элемент имеет свой специфический спектр. В 1868 г. астрономы П.Жаньен и Д.Локьер, рассматривая спектры солнечного излучения, обнаружили в них ярко-желтую линию, которая не встречалась в спектрах известных в то время элементов. Эта линия была отнесена к новому, еще неизвестному химическому элементу, который был назван по месту его обнаружения «гелием». Через тридцать лет У.Рамзай получил гелий на Земле, нагревая минерал клевеит.

При помощи спектрального анализа по методу остатков был открыт и химический элемент галлий. Исследуя в 1875 г. спектр образца цинковой обманки, взятой с Пиренейских гор, Лекок де Буабодран обнаружил в ней линии, заведомо не принадлежащие ни одному из известных тогда химических элементов. В результате соответствующей обработки из обманки был выделен новый элемент — галлий.

В 1894 г. физик Дж.Рэлей нашел, что плотность азота, полученного из воздуха, несколько больше, чем плотность азота, полученного из его соединений. Химик У.Рамзай предположил, что эта разница в плотности вызвана наличием в атмосферном азоте примеси какого-то более тяжелого газа. Связывая азот с раскаленным магнием, Рамзай выделил из атмосферного азота небольшое количество ранее неизвестного химически инертного газа. Так был открыт аргон.

В 1898 г. М.Склодовская-Кюри обнаружила, что сырая урановая руда более радиоактивна, чем выделенный из нее чистый уран. Возникло предположение, что более мощная радиоактивность руды происходит от наличия в ней примеси каких-то еще неизвестных элементов с чрезвычайно сильным радиоактивным излучением. Эти элементы были получены и названы «полоний» и «радий». Правда, на это ушло много времени, так как полоний и радий содержались в урановой руде в ничтожных количествах, а незнание их химической природы затрудняло поиск способов для их выделения.

Схему метода остатков можно заметить и в процессе открытия элементарной частицы нейтрино. В 1914 г. было экспериментально обнаружено, что электроны, испускаемые при β -распаде атомных ядер, имеют непрерывный энергетический спектр. Это явление находилось в противоречии с квантовой теорией, согласно которой при квантовых переходах между стационарными состояниями ядер выделяется дискретная порция энергии. Возникло даже предположение, что при β -распаде нарушается закон сохранения энергии. В 1930 г. В.Паули высказал гипотезу о существовании новой электрически нейтральной и сильно проникающей части-

цы, которая испускается при β -распаде ядра вместе с электроном, что и приводит к нарушению монохроматичности спектра электронов при β -распаде. Позже Паули сформулировал основные свойства этой частицы, названной «нейтрино», и она была впоследствии экспериментально обнаружена.

Литература

Herschel J. Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy. L., 1831. (Русск. пер.: *Джон Гершель.* Философия естествознания. СПб., 1868.)

Берри А. Краткая история астрономии. М.—Л., 1946.

Бэкон Фр. Соч. Т. 1—2. М., 1977—1978.

Вилли К. Биология. М., 1959.

Глинка Н.Л. Общая химия. Л., 1987.

Джевонс Ст. Основы науки. Трактат о логике и научном методе. СПб., 1881.

Джевонс Ст. Элементарный учебник логики. СПб., 1881.

Зацепин Г.Т., Копысов Ю.С., Смирнов А.Ю. Нейтрино // Физика микромира. М., 1980.

Котарбиньский Т. Лекции по истории логики // *Котарбиньский Т.* Избр. произведения. М., 1963.

Лебедев В.И. Исторические опыты по физике. М.—Л., 1937.

Милль Дж. Ст. Система логики силлогистической и индуктивной. М., 1914.

Минто В. Дедуктивная и индуктивная логика. М., 1898.

Субботин А.Л. Фрэнсис Бэкон. М., 1974.

Толанский С. Оптические иллюзии. М., 1967.

Трахтенберг О.В. Очерки по истории западно-европейской средневековой философии. М., 1957.

Уэвелл В. История индуктивных наук. Т. I—III. СПб., 1867—1869.

Фарадей М. Избранные работы по электричеству. М.—Л., 1939.

Ходаков Ю.В. Как рождаются научные открытия. М., 1964.

Чупров А.А. Очерки по теории статистики. М., 1959.

Шовен Р. От пчелы до гориллы. М., 1965.

Оглавление

Введение	3
Семья астрономов	13
До Галилея и Фрэнсиса Бэкона	17
Об опыте, устранении предрассудков и очевидности наших чувств	21
Анализ и наблюдение явлений	27
Классификация и номенклатура	32
Открытие ближайших причин и законов низшей общности (первая ступень индукции)	35
Высшие ступени индуктивного обобщения и формирование теорий	46
Проблема измерения	52
Приложение I. Систематизация Миллем методов опытного исследования Гершеля	55
Основание индуктивных методов опытного исследования	55
Метод сходства	57
Метод различия	59
Соединенный метод сходства и различия	61
Метод остатков	63
Метод сопутствующих изменений	64
Случай множественности причин	66
Приложение 2. Примеры применения элиминирующих методов опытного исследования	71
Литература	82

Научное издание

Субботин Александр Леонидович

**Концепция методологии естествознания Джона Гершеля
(из истории английского индуктивизма)**

*Утверждено к печати Ученым советом
Института философии РАН*

В авторской редакции

Художник *В.К. Кузнецов*

Технический редактор *А.В. Сафонова*

Корректор *А.А. Гусева*

Лицензия ЛР № 020831 от 12.10.98 г.

Подписано в печать с оригинал-макета 21.11.06

Формат 70x100 1/32. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 2,63. Уч.-изд. л. 2,87. Тираж 500 экз. Заказ № 034.

Оригинал-макет изготовлен в Институте философии РАН

Компьютерный набор *Е.Н. Платковская*

Компьютерная верстка *Ю.А. Аношина*

Отпечатано в ЦОП Института философии РАН

119992, Москва, Волхонка, 14

Издания 2005 года

- 1. Аристотель. Евдемова этика /РАН. Ин-т философии; Изд. подгот. М.А.Солопова. — М., 2005. — 448 с.**
Настоящее издание впервые представляет перевод «Евдемовой этики» на русский язык, греческий текст и комментарии. Текст этики публикуется вместе с тремя обычно опускаемыми в издательской практике т.н. «средними книгами», общими для «Евдемовой» и «Никомаховой» этик.
- 2. Бескова И.А. Природа сновидений: (эпистемологический анализ) /РАН. Ин-т философии. — М., 2005. — 239 с.**
В книге прослеживаются особенности отношения к сновидениям, сложившиеся в разные исторические эпохи в разных сообществах, включая традиционные примитивные культуры.
- 3. Диалог цивилизаций. Повестка дня /РАН. Ин-т философии; Горбачев-Фонд; Сост. и общ. ред. В.И.Толстых. — М., 2005. — 145 с.**
Предлагаемая читателю книга «Диалог цивилизаций. Повестка дня» подводит итоги совместного исследования Института философии РАН и Горбачев-Фонда и является своего рода российским откликом на тему и проблему общемирового уровня и значения.
- 4. Кацапова И.А. Философия права П.И. Новгородцева /РАН. Ин-т философии. — М., 2005. — 188 с. — ISBN 5-9540-0028-X.**
Монография посвящена творчеству одного из видных русских теоретиков права к. XIX — н. XX вв. Павлу Ивановичу Новгородцеву.
- 5. Коллаж–5 /РАН. Ин-т философии; Отв. ред. А.Сыродева. — М., 2005. — 145 с.**

Пятый выпуск серии «Коллаж» посвящен феномену *другого*, снова и снова напоминающему о себе на повседневном уровне в виде вопросов и проблем политического, исторического и культурного, межличностного характера.

6. **Лейбниц Г.В. Письма и эссе о китайской философии и двоичной системе исчисления /РАН. Ин-т философии; Отв. ред. А.П. Огурцов; Изд. подгот. В.М. Яковлев. — М., 2005. — 404 с.**

Инициатором обращения к древней китайской мысли в ново-европейской философии был Лейбниц. Об этом свидетельствует публикуемая переписка Лейбница с христианскими миссионерами в Китае.

7. **Меркулов И.П. Когнитивные способности /РАН. Ин-т философии. — М., 2005. — 182 с.**

В книге с позиций эволюционно-информационной эпистемологии исследуются общие характеристики человеческого познания и когнитивные способности — восприятие, мышление, сознание и память.

8. **Методология науки: статус и программы /РАН. Ин-т философии; Отв. ред.: А.П. Огурцов, В.М. Розин. — М., 2005. — 295 с.**

Сборник — результат работы семинара Центра методологии и этики науки в 2002—2004 гг. В нем продолжается изучение различных программ и проблем философии науки, которое начато в сборнике «Методология науки: проблемы и история» (М., ИФ РАН, 2003). В приложении, завершающем сборник, печатаются перевод фрагментов из трактата Иоанна Солсберийского «Металогик». Сборник представляет интерес для историков науки, философов, для всех интересующихся методологическими проблемами научного знания.

9. Мочкин А.Н. Фридрих Ницше: (интеллектуальная биография) /РАН. Ин-т философии. — М., 2005. — 246 с. Монография является опытом комплексного анализа философии Ф.Ницше. Философия немецкого мыслителя рассматривается как «авансцена», за которой скрыты сложные мотивы, сочетающие в себе личностные и патографические характеристики.
10. Наука и искусство /РАН. Ин-т философии; Общ. ред. А.Н.Павленко. — М., 2005. — 206 с. Предлагаемый вниманию читателя сборник включает работы, посвященные анализу взаимоотношения науки и искусства в творчестве Николая Орема, Князя Вл.Ф.Одоевского, Велимира Хлебникова, Вернера Гейзенберга, В.С.Библера и Ж.Делеза.
11. Противоречие и дискурс /РАН. Ин-т философии; Отв. ред. И.А. Герасимова. — М., 2005. — 184 с. Проблема противоречия представлена во множестве аспектов: методологическом, когнитивном, лингвистическом. В очерке предпринят анализ работ теоретика контркультуры Т.Розака, его философско-интуитивистские, антитех-ницистские и антитехнократические идеи, идеи «экологического персонализма», как и религиозно-мистические мотивы, присущие контркультуре.
17. Сухов А.Д. Материалистическая традиция в русской философии /РАН. Ин-т философии. — М., 2005. — 260 с. В книге показано, что материализм, как особое направление в русской философии, имеет собственную историю.
18. Федорова М.М. Метаморфозы принципов Просвещения в политической философии Франции эпохи буржуазных революций /РАН. Ин-т философии. — М., 2005. — 190 с.

В монографии анализируются три главные просвещенческие идеи, представляющие особое значение для развития политической философии: Индивид, Разум, Прогресс – и их трансформации в политической мысли Франции XIX в.

- 19. Форум молодых кантоведов (По материалам Международн. конгр., посвящ. 280-летию со дня рождения и 200-летию со дня смерти И.Канта) /РАН. Ин-т философии; Отв. ред.: Т.Б. Длугач, В.А. Жучков. – М., 2005. – 208 с.**

В книгу вошли тексты докладов и сообщений молодых ученых из различных вузов Москвы и других городов России, которые были сделаны на Международном юбилейном Кантовском конгрессе в Москве, в Институте философии РАН (24–28 мая 2004 г.).