

И. Е. ОРЛОВ

ЛОГИКА
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

1925

И. Е. ОРЛОВ

Дар
СУВОРОВА С.Г.
Заместителя
главного редактора журнала
«Успехи физики»

ЛОГИКА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА — 1925 — ЛЕНИНГРАД

О Г Л А В Л Е Н И Е

Г л а в а I

Учение о доказательстве

1. Основные определения 1. — 2. О догматическом доказательстве 5. — 3. О разделительных и условных силлогизмах 13. — 4. Схема индуктивного доказательства 15. — 5. Выводы и допущения 20. — 6. Альтернативы 23. — 7. Неполная индукция и аналогия 26. — 8. Достоверность результатов; критерий истины 29 1 — 34

Г л а в а II

Принципы формальной логики

1. Понятия 35. — 2. О содержании и форме суждений 41. — 3. Законы мышления и их применение 50. — 4. Умозаключения 54. — 5. Логическое исчисление 58. — 6. О задачах логики 62 35 — 65

Г л а в а III

Математика и опыт

1. Метод математики 66. — 2. Определение 73. — 3. Происхождение математических постулатов 77. — 4. Интуиция и действительность 82. — 5. Сущность математики; заключительные выводы 85 66 — 87

Г л а в а IV

О методах эксперимента

1. Основная задача экспериментального исследования 88. — 2. Экспериментальные методы Милля 90. — 3. Метод аналогических замещений 94. — 4. Метод скрытого сходства 97. — 5. Различные случаи опытного исследования 99. — 6. Специфическая причина 101 88 — 102

ГЛАВА V

Индуктивный и дедуктивный метод в физике

1. Борьба мнений в физике 103. — 2. Понятие массы 108. —
3. Сила 112. — 4. Энергетика 116. — 5. Символическая теория 119. — 6. Релятивизм 124. — 7. Индуктивный метод 129. —
8. Современная физика и принципы Ньютона 131 103—133

ГЛАВА VI

Логика случайности

1. Понятие случайности 134. — 2. Теория вероятностей 141. —
3. Закон больших чисел 146. — 4. Статистика 149. — 5. Статистическая механика 153. — 6. Причинность и случайность 156. —
7. О возникновении причинных рядов 163 134—168

ГЛАВА VII

Логика естествознания и философский критицизм

1. Необходимый вывод логики естествознания 169. — 2. Пространство и время 174. — 3. Эмпирический синтез 177. —
4. Объективность опыта 182. — 5. О наиболее общих законах естествознания 186. — 6. Общезначимость опыта 189. — 7. Познание вещей 191. — 8. Естественно-научное мировоззрение 194 . . 169—195

ГЛАВА ПЕРВАЯ

УЧЕНИЕ О ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕ

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Одна из существенных задач логики заключается в том, чтобы дать удовлетворительную теорию доказательства.

Доказать какое-либо суждение — и мне кажется, всякий должен с этим согласиться — значит устранить возможность сомнений в истинности данного суждения.

Сомневаться в истинности суждения — значит признавать возможными суждения, несовместимые с данным, т.-е. констатировать, что суждения, исключающие данное (по крайней мере одно), не заключают в себе никакой нелепости и не противоречат никаким известным до сих пор фактам.

Отсюда вовсе не следует, что доказательство должно быть непременно косвенным, достигающим цели только путем опровержения противоположного. Если уничтожение противоречащего суждения доказывает, то и прямое доказательство устраняет сомнения, так что косвенному доказательству нельзя отдавать никакого преимущества перед прямым.

Однако критерием того, что суждение доказано, может быть все-таки только уничтожение возможности сомневаться. Доказательство осуществляется посредством дедуктивных и индуктивных рассуждений. Но не всякая дедукция или индукция есть доказательство; формальная правильность рассуждения еще не является сама по себе критерием, достаточным, чтобы признать за данным рассуждением значение доказательства. Всякое рассуждение, таким образом, является доказательством постольку, поскольку оно имеет силу уничтожить возможность сомнений.

Определение сомнения говорит не о факте переживания сомнения или отсутствия подобного переживания, но о праве сомневаться; не о душевной драме, но о логической значимости сомнений.

Душевные состояния: «сомневаюсь», «не хочу верить», «колеблюсь», «нахожу странным» и т. под. появляются и исчезают часто без достаточного к тому основания. Для устранения таких душевных состояний большее значение имеет пылкое красноречие, нежели строгие доказательства. Лев Толстой и герои его произведений остро переживали душевную драму сомнений. Мы можем видеть, что сомнения героев Толстого прекращаются не под влиянием аргументов, а вследствие каких-то глубоких подсознательных процессов — вдруг мучительное состояние беспокойства, близкого к отчаянию, прекращается и сменяется чувством ясной и спокойной уверенности. Подобные сомнения не относятся к логике. Декарт, сомневающийся «*de omnibus*», переживал все эти сомнения, по словам его биографов. Он всерьез сомневался в справедливости показаний своих чувств и всерьез задавал себе вопрос, не обманывает ли его какой-либо могущественный дух, и можно ли убедиться в том, что он не обманут.

Но этот яркий и интересный факт его душевной жизни совершенно неинтересен для логики, как такой. Для логики важно только то, что Декарт действительно мотивировал теоретическую возможность сомнений.

Лобачевский не переживал душевной драмы. Быть может, он в глубине души был уверен в справедливости постулатов Евклида — опять-таки для логики это безразлично. Он показал возможность суждения, противоречащего постулату Евклида, и логика должна рассматривать это, как правомерное сомнение.

Необходимо обратить внимание, что сомневающийся, вообще говоря, ничего не должен доказывать или обосновывать — иначе определение доказательства и определение сомнения вращались бы в кругу. Также сомневающийся не обязан углубляться в вопрос, исчерпывать его. Для научного сомнения достаточно разумно мотивировать, что суждения, несовместимые с данными, повидимому, возможны. Детальный разбор вопроса лежит на обязанности доказывающего. Доказательство или обоснование именно и состоит в уничтожении возможности сомневаться.

Для доказательства, так же как и для сомнения, нужно совершать умозаключения, т.-е. находить следствия по данным логическим основаниям и находить основания по данным следствиям. Необходимо поэтому перейти к определению этих важнейших понятий логики — логического основания и логического следствия.

Логическим следствием данного суждения или данных суждений называется новое суждение, являющееся необходимым условием истинности данных.

Логическим основанием называется суждение или совокупность суждений, истинность которых обусловлена истинностью некоторого определенного суждения.

Возможно, что приведенные определения вызовут недоумения и возражения. Часто приходится замечать, что многие, в остальных отношениях превосходные, логики представляют себе, наоборот, логическое основание, как условие, а следствие, как нечто обусловленное. Поэтому здесь необходимо остановиться, чтобы показать, что я не придумываю произвольных определений, но только резко подчеркнул то свойство логического следствия, на которое обычно всего менее обращается внимание. Общеизвестно, что, отвергнув следствие, мы необходимо должны отвергнуть и посылки (по крайней мере одну). Но это свойство логического следствия есть наиболее важное его свойство; все остальные свойства из данного вытекают. Например, если мы по каким-либо мотивам принимаем определенное суждение как истинное, то должны принять и все другие суждения, которые являются его необходимыми условиями. Поэтому и определять следствие нужно через указанное свойство. Наоборот, следствие возможно признавать истинным даже и в том случае, если отвергнуты посылки.

По традиции считаются правильными определения вроде следующих: следствие есть такое суждение, которое необходимо истинно, если истинно основание (см., например, Стенли Джевонс: «Основы Науки» пер. Антоновича, стр. 48).

Как мы можем судить, будет ли вывод необходимо истинным, если истинны посылки? Очевидно, только обращая внимание,

вытекает ли заключение из посылок, то-есть составляет ли оно следствие.

Итак, следствие есть следствие — более ничего не может заключаться в подобных определениях. Между тем, наше определение обосновывает правило вывода непосредственно законом противоречия.

Отвергнуть следствие — значит принять суждение, несовместимое со следствием. Это же самое суждение несовместимо и с основанием. Поэтому было бы неправильно сказать, что отрицание посылок есть в свою очередь следствие, а стало быть, и необходимое условие отрицания вывода: отрицание следствия и отрицание основания осуществляются при помощи одного и того же суждения.

Когда отрицание следствия не указывает на другое определенное суждение, которое мы должны также отвергнуть, а указывает на альтернативу: отвергнуть одно из двух, — тогда мы имеем силлогизм — вывод из двух посылок, наиболее важный и наиболее обычный случай логического вывода. Силлогизм проверяется, как указано, посредством закона противоречия. Для проверки правильности вывода можно, например, поступить так: взять суждение, противоречащее выводу, и соединить его в одно сложное суждение с какой-либо из посылок. Полученное сложное суждение должно быть несовместимо с другой посылкой, если вывод был правилен (проф. А. И. Введенский: «Логика как часть теории познания». 2-е изд., 232 стр. Более строгое рассуждение см. далее II, 4 наст. соч.).

Нахождение условий истинности суждений или выведение следствий называется дедукцией. Обратное движение мысли, — нахождение возможных оснований по данным следствиям, — условимся называть индукцией. Это движение мысли некоторые логики называют редукцией, а индукцией называют частный случай редукции.

Но так как индукция является термином более популярным, нежели редукция — например, мы много слышим об индуктивных науках и ничего не слышим о редуктивных, — и так как дедукции постоянно противопоставляется именно индукция, а не редукция, то я считаю более удобным называть индукцией всякое движение мысли от данных следствий к искомым основаниям.

Остается определить, что такое истина и что такое факт. Безусловно достоверным фактом можно признать, в сущности, только чувственное впечатление, не переработанное сознанием, не осложненное ассоциациями и воспоминаниями. Но, рассуждая менее строго, фактом можно назвать также простейшее и вероятнейшее истолкование чувственного впечатления. Я вижу летящую птицу — это факт. Но и самую летящую птицу можно признать фактом.

Для понятия истины я оставляю традиционное определение: истина есть соответствие знания с своим предметом. Всякое знание есть знание о чем-нибудь. Поэтому логика должна отличать знание от предмета знания даже и в том случае, если нет нужды входить в рассуждения о сущности предмета знания. Если, например, предмет знания есть только представление, то все же необходимые законы представления отличаются от разумного и отчетливого сознания о них, существуют независимо от сознания, при чем последнее может соответствовать или не соответствовать первым.

Возражают, что мы должны быть в состоянии сравнивать знание с предметом и, следовательно, должны иметь два рода знания о вещах. Однако такое возражение несостоятельно. Конечно, мы не имеем двух родов знания о вещах, но мы без сомнения имеем двойное отношение к вещам: чувственное впечатление и рефлексию. В суждениях восприятия такое сравнение возможно непосредственно (суждение «мне больно» соответствует предмету — чувственному впечатлению); в суждениях о внешних объектах проверка возможна только косвенно, по тем впечатлениям, которые предметы в нас возбуждают. При этом логика опять-таки может оставить в стороне вопрос, разлагается ли предмет всецело на впечатления, или представляет причину последних.

Заметим еще, что истина и ложь находятся не в противоречивой, а в противной противоположности, так как суждение может быть не истинным и не ложным, а недоказуемым.

2. О ДОГМАТИЧЕСКОМ ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕ

Теперь поставим вопрос, может ли категорический силлогизм служить доказательством в нашем смысле, т.-е., иными словами, может ли силлогизм устранить возможность разумно

мотивированных сомнений?.. На этот вопрос придется ответить отрицательно: категорический силлогизм не может служить доказательством, так как он содержит в себе *petitio principii*. — Как известно, из противников силлогизма, указывавших именно на *petitio principii*, которое в нем заключается, наиболее сильные аргументы привел Д. С. Милль. Критики Милля пришли к следующему заключению: если рассматривать, как это делал Милль, общие посылки «все А суть В» просто как коллективные единства, в которых суммируются единичные суждения «АА₁ есть В», «АА₂ есть В» и т. д., иными словами, если общие суждения только заменяют в сокращенном выражении перечисление отдельных случаев, — тогда аргументация Милля неопровержима. Но эта аргументация совершенно теряет силу, по мнению критиков, как только мы признаем, что смысл большей посылки заключается не в простом суммировании единичных случаев, а в утверждении необходимости связывать с субъектом предикат—А необходимо есть В (S i g w a r t: «Logik», Bd. I, § 55, 3; также проф. Л о с с к и й: «Логика проф. А. И. Введенского», 35 стр.). Однако это не так. Можно утверждать, что действительная сила аргументации Милля далеко еще не оценена и не прочувствована. Приведем эти аргументы:

«Надо согласиться, что во всяком силлогизме, если его считать доказательством заключения, содержится *petitio principii*.

Так, когда мы говорим:

Все люди смертны,

Сократ — человек,

след., Сократ — смертен, то противники силлогистической теории неопровержимо правы, говоря, что предложение «Сократ смертен» уже предполагается в более общем утверждении: «все люди смертны». Они правы, говоря, что мы не можем быть уверены в смертности всех людей, пока мы не уверились в смертности каждого отдельного человека, что если бы было сомнительным, смертен ли Сократ или любой другой человек, то в такой же степени недостоверным было бы и утверждение «все люди смертны». Общее положение не только не может доказывать частного случая, но и само не может быть признано истинным без всяких исключений, пока доказательством *aliunde* (из другого источника) не рассеяна всякая тень сомнения относительно каждого частного случая данного рода. А если это так, то что же остается

доказать силлогизму?...» («Система логики» пер. Ивановского, 2-е изд., 165 стр.).

Необходимо согласиться, что мысль Милля выражена в приведенном отрывке не с тою резкостью и определенностью, с какою она должна быть выражена. По моему мнению, Милль стремится указать на то свойство силлогизма, что истинность заключения есть у с л о в и е истинности посылок и, следовательно, не может быть доказана посылками. Если мысль Милля такова, то его аргумент неопровержим. В самом деле, сомневаться в чем-либо — значит находить возможными суждения, несовместимые с объектом сомнения. Сомневаться в следствии — значит находить возможными суждения, несовместимые со следствием. Но эти же самые суждения несовместимы и с основанием. Значит, сомнение в следствии есть вместе с тем также сомнение в основании. Поэтому приводить догматически основание в доказательство следствия — значит впасть в ошибку, известную под именем *petitio principii*. В частности, в примере Милля сомнение в смертности Сократа означает в то же время сомнение в том, что все люди смертны, или же в том, что Сократ — человек.

Традиционное применение силлогизма в качестве доказательства основывается на следующем правиле: если истинны посылки, то истинны и все выводы из них. Правило это несомненно, но применение его на практике весьма ограничено, что можно доказать следующими тремя положениями:

1) Выводы всегда достовернее, нежели, по крайней мере, одна из посылок.

В самом деле, вывод будет во всяком случае справедлив, если справедливы посылки; таким образом его достоверность не может быть ниже достоверности посылок. Но выводы могут быть справедливы и в том случае, если посылки ошибочны. Например, сумма углов некоторого треугольника может быть равна $2d$ даже и в том случае, если не истинны постулаты Евклида. Это положение о большей достоверности выводов по сравнению с посылками, взятое само по себе, впрочем, ничего еще не говорит против употребления силлогизма как доказательства.

2) Достоверность выводных суждений не зависит от достоверности безусловно общих посылок.

Д. С. Милль, отвергая силлогизм в качестве доказательства, утверждал, что выводы возможно делать прямо от одних наблюдаемых случаев к другим, «от частного к частному». Последующая критика показала, что Милль в данном случае ошибался. В частных наблюдаемых фактах не дана никакая связь с ненаблюдаемыми случаями, и поэтому от голых частных случаев к другим частным случаям, без помощи каких-либо общих предпосылок, вывод абсолютно невозможен. Но подобною предпосылкой вовсе не должно непременно быть безусловно общее суждение традиционной логики. Вывод в действительности делается по аналогии, из позитивно достоверных предпосылок. Для вывода частного случая достаточно допустить существование некоторой остающейся неопределенной закономерности, которая обладает некоторою устойчивостью и распространяется на сходные и смежные случаи. Именно в силу своей неопределенности такое допущение будет достовернее всякого определенного, не допускающего исключений общего суждения. Безусловно общее суждение характеризуется тем, что оно исключает возможность отрицательного суждения. Но в этом отрицании отрицания заключается источник недостоверности. Воздерживаясь от него, мы получаем позитивно достоверную предпосылку. Например, из общего причинного закона мы можем вывести, что и в данном отдельном случае действие не происходит без причины. Но последний вывод может быть с большей достоверностью сделан по аналогии с прежними наблюдаемыми частными случаями. Вывод к отдельному случаю по аналогии будет позитивно достоверным суждением, тогда как общий причинный закон будет лишь постулатом. В самом деле, если число наблюдаемых случаев причинного закона равно n , то вероятность того, что и в данном единичном случае действие имеет причину, равна $\frac{n+1}{n+2}$, т.-е. дроби, чрезвычайно мало отличной от единицы или полной достоверности, а практически совпадающей с ней при достаточно большем значении n . Заключение теории вероятности основывается на неопределенных, но вполне достоверных позитивных предпосылках, как то, что весьма невероятно, чтобы во всех наблюдаемых случаях мы имели лишь кажущуюся причинность— простое совпадение, а не закономерную связь; слишком невероятно также, чтобы эта закономерность, какова бы ни была

ее природа, не распространялась и на случаи, смежные с наблюдаемыми, и т. п.; при этом посылки теории вероятности вовсе не требуют полного исключения возможности отрицательных суждений. Пусть среди n наблюдаемых случаев были, например, два несомненные исключения из причинного закона; вероятность того, что причинный закон имеет место в данном единичном случае, будет равна $\frac{n-2}{n+2}$, т.-е. величине, при большом числе n нечувствительно отличающейся от прежней.

Отсюда очевидно, что достоверность единичного вывода по аналогии совершенно не зависит от общего постулата; достаточно знать, что случаи, где причинность не имеет места, весьма редки, чтобы наличность причинности в отдельном случае была выведена с достоверностью.

То же самое справедливо и по отношению к частным суждениям. Допустим, что мы хотим установить некоторое суждение о птицах севера Европейской России и выводим это суждение из суждения о птицах вообще. Если у нас есть материал наблюдений над птицами севера России, то из этого материала предполагаемое частное суждение можно вывести с большей достоверностью, нежели из общего суждения. Далее, будучи раз выведено, частное суждение не зависит от достоверности общего суждения, так как контраридикторное наблюдение над птицами, например, Австралии ничуть его не опровергает. С другой стороны, если у нас нет материала наблюдений над птицами Северной России, то и общее суждение о птицах является проблематичным до производства указанных наблюдений и не может служить источником достоверности.

В естествознании постоянно прибегают к выводам из общих посылок и эти выводы считают достоверными. Но не надо обманываться относительно источника указанной достоверности; последняя проистекает не из посылок, а из аналогии, из сравнения с ранее наблюдаемыми сходными случаями. Так, в астрономии с точностью предсказывается движение небесных светил. Но в существе дела лежит аналогия, позитивное умозаключение от прежних движений к будущим. Общие же теоретические посылки служат лишь для удобства вывода, а не для сообщения последнему достоверности. Во многих вопросах астрономии удобнее всего брать заведомо ложные посылки Птолемея и делать

на основании их точные предсказания. Но брать ли предпосылки Птоломея или Ньютона сущность дела заключается в позитивно-достоверных заключениях по аналогии и не зависит от достоверности теоретических посылок. Нет такого, признаваемого достоверным, вывода из безусловно общих посылок, который не мог бы быть получен путем аналогии.

В таком случае возникает вопрос, для чего же служат общие суждения?

Выражать наши познания в виде общих формул и общих суждений необходимо, но вовсе не для того, чтобы благодаря общим суждениям сделать достоверными частные случаи. Общие суждения выражают наши познания в краткой, законченной и удобной форме; от общих суждений можно и переходить не только к ближайшим, но и к весьма отдаленным следствиям, чего нельзя сделать по аналогии. Но при этом достоверными признаются только те выводы из общих суждений, которые одновременно можно получить и по аналогии.

Общие формулы приводят иногда к необычным, парадоксальным следствиям, не имеющим ничего аналогичного среди наблюдаемых данных, которых нельзя предвидеть при помощи каких-либо позитивно-достоверных предпосылок, как, например, некоторые явления диффракции, вытекающие из предпосылок теории Френеля, или световое давление, вытекающее из предпосылок Клерка Максвелля. Но в таких случаях никто и не считает следствий доказанными или достоверными. Подобные парадоксальные следствия из теории заинтересовывают всех, но самую теорию, из которой сделан вывод, ставят под сомнение, и только после экспериментальной проверки теория признается выдержавшей испытание; дальнейшие же результаты снова могут быть выведены по аналогии с наблюдаемыми случаями. Электромагнитную теорию света можно считать окончательно восторжествовавшей не раньше как с момента экспериментального обнаружения Лебедевым давления света.

3) Всякое безусловно общее суждение есть постулат, в котором допускается истинность всех его следствий.

Общее суждение может быть получено или путем индукции или априорным путем. Рассмотрим сначала первое. Из ряда наблюдений, из того, что неопределенно-большое число на-

блюденных А все оказались В, без одного исключения, нельзя вывести, как позитивно достоверное суждение, что подобное исключение вообще невозможно. Также нельзя вывести на основании теории вероятности, что неопределенно-большое количество других, ненаблюдаемых, А все окажутся В. Теория вероятности может утверждать с достоверностью лишь то, что ограниченное число А, смежных с наблюдаемыми, число небольшое, по сравнению с числом наблюдаемых А, также окажутся В. Таким образом, суждение «всякое А есть В» не есть позитивно достоверное утверждение, но только допущение.

Что касается априорных суждений, например, суждений математики, то из них могут быть выведены следствия, относящиеся к эмпирической действительности. Если в действительности явления происходят иначе, нежели предсказывает априорная теория, то последняя не может быть признана истинной. Следовательно, признавая истинной какую-либо систему аксиом, мы допускаем совпадение с действительностью всех ее следствий.

Из трех приведенных положений несомненно следует, что допускать основания мы можем только в тех случаях, если не сомневаемся в следствиях. Традиционная логика, как раз наоборот, не обращая внимания на указанные свойства основания и следствия, считает невозможным отрицать следствие или сомневаться в нем, если основание почему-либо принимается. Дело в том, что все авторы сочинений по логике, исключая Милля и его направление, молчаливо принимают, как само собою подразумеваемое, следующие постулаты:

«Утверждать что-либо — значит наперед принимать все следствия утверждаемого, каковы бы они ни были».

«Доказать что-либо — значит найти требующее доказательства положение в числе следствий принятых».

Из этих постулатов вытекает традиционный взгляд на силлогизм, выражаемый известным правилом «*dictum de omni et nullo*». В самом деле, если следствия какого-либо суждения принимаются заранее, то они уже не могут считаться условиями его истинности. Наоборот, их можно отрицать только при том условии, если мы сперва откажемся от основания. Но это характеризует традиционную логику как логику догматического мышления.

В «Логике» Канта мы находим следующее примечание: «Следовательно, во всяком заключении разума нужно сначала исследовать истинность посылок и лишь потом правильность вывода». — «При опровержении заключения разума никогда не следует сначала отвергать следствие, но всегда сначала или предпосылки или способ вывода». (Кант: «Логика», пер. Маркова, стр. 113.)—Правило, очевидно, неприменимое в тех случаях, когда следствие заключений разума противоречит фактам. При помощи указанных постулатов и примечания Канта можно, например, оправдать того ученого схоласта, современника Галилея, который отказался смотреть в астрономическую трубу, издеваясь над кривыми стеклами Галилея и над тем, что можно видеть в эти кривые стекла. В самом деле, в его душе отсутствовали сомнения в основаниях философии Аристотеля. Но в таком случае было бы нелогично сомневаться и в следствиях. Последним убежищем догматизма является признание критерием истины чувства очевидности или сознания необходимости, сопровождающего некоторые априорные суждения. Все следствия очевидных или представляющихся а priori необходимыми положений принимаются наперед, каковы бы они ни были. Из психологического факта немыслимости противоречия или отсутствия сомнений в очевидных суждениях выводится незакономерность сомнений в следствиях. Это последнее убежище догматизма носит название критической философии.

Но каким образом должны мы относиться к математическим теоремам? Без сомнения, невозможно отождествить понятия «теорема» и «доказательство». Математическая теория занимается вовсе не тем, что устраняет какие-либо сомнения. Ее задача заключается в том, чтобы проследить непрерывную цепь оснований и следствий, указывая отдельным положениям определенное место в этой цепи. Подобная цепь оснований и следствий может, конечно, разъяснить те или иные сомнения по поводу отдельных положений, но это побочная и прикладная роль математических теорем. В математике выводится все, что может быть выведено, а что не может быть выведено, — принимается в качестве аксиом или постулатов. Математика стремится не к тому, чтобы вывести все теоремы из положений наиболее очевидных, но к тому, чтобы вывести всю систему из наименьшего числа положений; при этом признается совершенно слу-

чайным, очевидны или не очевидны те или иные теоремы или аксиомы. Поэтому нередко очевидные положения «доказываются» посредством столь же очевидных; можно найти примеры, где более очевидное выводится из менее очевидного. Представить одно очевидное положение в качестве следствия другого, столь же очевидного, понятно, не имеет ничего общего с доказательством в нашем смысле. Далее, теоремы могут устранять только немотивированные сомнения, основанные на незнакомстве с предметом: научные же сомнения не могут быть таким образом устранены, так как они распространяются на основные постулаты.

Итак, дедукция не может быть рассматриваема как доказательство следствий, во-первых, потому, что достоверность следствий не зависит от достоверности посылок, и, во-вторых, потому, что подобное доказательство собственно постулирует то, что требуется доказать. Но это не значит, что силлогизм и вообще дедукция не имеют в высшей степени важного значения в процессе доказательства; но только дедукция является не полным доказательством, а частью доказательства и служит не для доказательства следствий, а для доказательства общих посылок.

Именно следствия, а не основания могут служить критерием истины, и именно посылки, а не выводы нуждаются в доказательстве. Всякое доказательство должно исходить из данных, установленных фактов и идти от них индуктивным путем к обобщениям. В частности, силлогизм должен строиться с конца. К фактам, рассматриваемым как следствия, должны подбираться или же изобретаться возможные посылки. Такое построение силлогизма по данным заключениям и должно быть начальной стадией доказательства. Затем должна следовать дедукция новых заключений из взятых посылок с целью проверки последних путем сопоставления следствий с фактами.

3. О РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ И УСЛОВНЫХ СИЛЛОГИЗМАХ

Все то, что установлено в предыдущей статье по отношению к категорическим силлогизмам, можно распространить также на разделительные и условные силлогизмы, а следовательно, на всякое дедуктивное рассуждение вообще.

Повидимому, что может быть естественнее подобного умозаключения:

А есть или В или С,
А не есть С,
следовательно, А есть В...

Многие авторитеты указывают также на ту выдающуюся роль, какую разделительные силлогизмы играют в естествознании.

Однако, все это оказывается иллюзией. Умозаключать так невозможно. Применение разделительных силлогизмов в естествознании является такой же схоластикой, как и всякое вообще применение силлогизмов с целью доказательства следствий, а не оснований.

Пусть мы имеем силлогизм:

А есть В или С,
А не есть С,
следовательно, А есть В.

Допустим на минуту, что А не есть В. В таком случае, в связи с меньшей посылкой, получаем суждение: А не есть ни В, ни С.

Сравнивая это суждение с разделительной посылкой, мы должны прийти к заключению, что в последней разделение членов неполное. Но если разделение неполно, то и *modus tollendo roneps* невозможен, и умозаключать из подобных посылок нельзя. Стало быть, если я усумнился в справедливости следствия, то я усумнился и в том, можно ли выводить следствие из посылок; итак, из посылок указанного модуса я могу умозаключать только в том случае, если независимо от вывода я уверен в справедливости выводного суждения. В одном случае вывод бесполезен, в другом — он невозможен. *Modus tollendo roneps*, следовательно, заключает *petitio principii*, как и прочие виды силлогизма.

То же самое можно повторить и по отношению к модусу *ronendo tollens*:

А есть или В или С,
А есть В,
следовательно, А не есть С.

Допустим, что я усумнился в выводе, т.-е. я не нахожу невозможным, что А есть С. В таком случае силлогизм ничего мне не докажет.

В самом деле, соединяя допущенное с меньшей посылкой в одно сложное суждение, я получаю: возможно, что А есть

и В и С. Сравнивая это с разделительной посылкой, я получаю: возможно, что члены деления не исключают друг друга. В таком случае *modus ponendo tollens* невозможен.

Если одна из двух или нескольких конкурирующих в науке теорий будет совершенно подтверждена наблюдениями, то отсюда еще нельзя вывести, что конкурирующие с ней теории ложны, так как невозможно установить с достоверностью, что все рассматриваемые теории исключают одна другую: мыслимо, например, что две из этих теорий могут быть слиты с некоторыми изменениями в одну более совершенную теорию. И наоборот, если все теории, кроме одной, окажутся ложными, то это еще не доказывает истинности последней, так как, пока эта теория сама по себе не подтверждена солидными экспериментальными данными, невозможно установить полноту деления, т.-е. что, кроме рассмотренных теорий, никакие другие теории невозможны. Таким образом, для того, чтобы одну теорию признать истинной, а другие ложными, надо получить как экспериментальные доказательства истинности первой, так и экспериментальные доказательства ложности последних. Только таким путем, но никак не путем разделительного силлогизма, можно доказать теорию, как единственно правильную.

Что же касается условных силлогизмов, то непригодность последних в качестве доказательства может быть обнаружена простым рассуждением.

Возьмем силлогизм:

Если А есть В, то С есть D,

Но А есть В,

следовательно, С есть D.

Силлогизм нужен тогда, когда мы не сомневаемся в суждении «А есть В», но сомневаемся в суждении «С есть D». Но в таком случае мы не имеем права допускать подобную связь между суждениями в условной посылке.

4. СХЕМА ИНДУКТИВНОГО ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

Когда желают рассуждать строго позитивно, то много говорят о том, что необходимо избегать гипотез и выводить общие законы непосредственно из фактов. Но дело в том, что с точки зрения логики дедукция из фактов—абсурд; никакие выводы

из факта или совокупности фактов, как из посылок, абсолютно невозможны. Нелепость становится очевидной, когда выводят сначала общие законы из фактов, а потом сейчас же те же самые факты из тех же законов.

Прежде всего из фактов нельзя вывести никакого общего положения. Пусть, например, я делаю много опытов с электричеством и каждый раз нахожу, что одноименные заряды отталкиваются, а разноименные притягиваются. Могу ли я отсюда вывести общее положение?..— Нет, потому что возможно высказать суждение: «некоторые одноименные заряды, быть может, не отталкиваются». Это суждение противоречит общему положению, но формально не противоречит фактам. Стало быть, общее положение не есть следствие, а факты не являются посылками. Дальнейшая проверка найденного закона также не имеет дедуктивной убедительной силы. Сколько бы мы ни электризовали тел, сколько бы ни проверяли, притягивают ли они или отталкивают друг друга — все равно, формальное заключение может быть только одно: некоторые заряженные одноименным электричеством тела взаимно отталкиваются.

Далее, из фактов дедуктивно нельзя вывести причины фактов. В самом деле, отрицание причины также не противоречит фактам; всегда возможно придумать другую причину, которая, хотя и будет ложной, но формально будет приводить к данным фактам, как к следствиям. Возьмем для примера «метод различия» Милля. Милль аргументирует так: ВС дают bc , ABC дают abc , следовательно, А есть причина а. Но это не есть необходимый вывод. Возможно, что В в присутствии А дает а, что С в присутствии некоторой части А дает а, что ВС в присутствии А или какого-либо другого обстоятельства, могущего замещать А, дают а и т. д. Одним словом, гипотез можно построить сколько угодно; положение «А есть причина а» — только одна из гипотез, к тому же не наиболее вероятная. То, что сказано о методе различия, можно еще с большим правом применить к остальным методам Милля.

Может быть, поможет делу, если факты взять в качестве меньшей посылки, а в качестве большей — принцип законообразности в природе? Опять-таки нет, потому что принцип законообразности может оказать услугу только тогда, когда причина уже найдена, а мы видели, что причина не может быть формально выведена из фактов.

Совершенно наоборот, когда мы переходим от следствия к причине, то, с логической точки зрения, мы подыскиваем логическое основание.

Из суждений о способе действия некоторой причины (большая посылка) и о ее наличности (меньшая посылка) вытекает суждение о наличности следствия причины, как логический вывод. Таким образом всякое суждение о причине есть логическое основание, хотя и не всякое логическое основание есть суждение о причине. На это могут возразить: так как следствие рассматривается как условие посылок, то выходит, что действие причины есть необходимое условие своей причины... Но такое возражение было бы несостоятельно. Суждение о причине есть логическое основание, но сама причина не есть логическое основание; предшествующее рассуждение вовсе не противоречит тому, что причина, как объект, независимый от суждения, определяет свои реальные следствия. Если же дело идет об основаниях познания, то так и есть в действительности: следствия различных причин нам даны, как факты, и наблюдения следствий являются условием достоверности причиненных суждений.

Из всего вышесказанного вытекает необходимость другого пути для доказательства общих законов. Необходимо исходить из достоверных фактов. Но эти факты следует рассматривать не как посылки, а как заключения каких-то еще неизвестных силлогизмов, и гипотетически подбирать к ним, как к заключениям, возможные посылки. К данному факту следует подобрать несколько гипотез так, чтобы были исчерпаны все возможные способы объяснения факта. Чтобы возможных оснований было не слишком много, гипотезы должны быть построены в общей, несколько неопределенной форме, а отдельные частные допущения следует соединять в одно родовое. От искусства исследователя зависит, чтобы деление возможных допущений было полным, т.-е. чтобы были исчерпаны все мыслимые возможности, и в то же время чтобы все гипотезы были несовместимы друг с другом. В этом состоит первая стадия доказательства. Далее, каждая из конкурирующих гипотез развивается дедуктивным путем, посредством, стало быть, обычных силлогизмов, и следствия ее сопоставляются с фактами до тех пор, пока не будут скомпрометированы все возможности кроме одной, а эта последняя не будет столь же ясно подтверждена полным совпадением

с фактами ее следствий. После этого гипотеза может считаться доказанной; она перестает быть простым допущением, только лишь возможным основанием факта, но приобретает значение необходимого допущения, т.-е. такого допущения, которое необходимо для того, чтобы факт получил правильное объяснение.

Значение разделительного силлогизма здесь заключается в том, что он направляет исследование согласно определенной схеме.

Наконец, процесс может быть повторен еще раз, чтобы перейти от гипотезы, высказанной в общей форме, к более конкретной гипотезе.

Это процесс творческий, чуждый сухости традиционной силлогистики. Само собою разумеется, он не представляет чего-либо нового, неизвестного науке. Искусство находить гипотезы, объясняющие данные факты, искусство составлять из гипотез исчерпывающие альтернативы, искусство дедуктивно развивать гипотезы и сопоставлять их с фактами в эксперименте, — это искусство уже несколько столетий знакомо естествоиспытателям. Именно в этом искусстве они достигли величайшей виртуозности и замечательных результатов.

Мы прибегаем к индуктивному методу значительно чаще, нежели об этом думают.

Истолкование наличных ощущений, то, что называется в психологии апперцепцией, с точки зрения логики есть не что иное, как заключения от следствий к основаниям. Из наличного материала ощущений никак нельзя вывести существования предметов вне нас; наоборот, из расположения внешних предметов относительно органов чувств можно вывести наличный материал ощущений. Таким образом, мы всякий раз прибегаем к индукции не сознавая этого. С психологической стороны апперцепция есть, конечно, ассоциация наличных впечатлений с образами воспоминаний, но если оценить этот процесс с точки зрения логики, если найти, так сказать, логический эквивалент апперцепции, то таким логическим эквивалентом апперцепции оказывается индуктивное умозаключение. Это значит, что апперцепция бессознательно приводит нас к тем же самым результатам, какие мы могли бы получить при помощи сознательного индуктивного рассуждения. Отсюда можно видеть, что все сведения о внешнем

мире получены нами путем индукции, т.-е. путем заключений от следствий к основаниям.

В естествознании, как мы видим, умозаключения от следствия к причине играют доминирующую роль. Отсюда вытекает несостоятельность логики позитивизма; метод позитивизма, как он выражен в «Основаниях Логике» Милля, в «Курсе Положительной Философии» Конта, в сочинениях Маха и др., основан на полном устранении указанных заключений от следствий к причине. В логике Милля причина может быть наблюдаена вместе со следствием, как его неизменное предшествующее, но умозаключение от наблюдаемого обстоятельства к другому, скрытому, но лежащему в основе первого, считается невозможным. Позитивизм желает оставаться в пределах наблюдаемых фактов, ограничиваясь их описанием и систематизацией.

Из логических умозаключений позитивизм допускает заключение от частного к частному, суммирование единичных суждений в коллективное и переход от коллективного суждения к безусловно общему.

Но заключение от частного к частному и от коллективного суждения к общему является логическим скачком и совершенно недопустимо без посредствующего заключения к причине. В самом деле, заключение от частного к частному дает правильные результаты только в том случае, когда в основе обоих частных фактов лежит общая объективная причина; если же этой общей причины нет, то заключение от одного случая к другому неизбежно окажется ложным. То же самое справедливо в отношении перехода от нескольких наблюдаемых фактов к общему суждению. Поэтому правильный метод должен базироваться на разыскании действующих причин, что и производится всегда в естествознании. Между тем сущность позитивизма заключается в том, чтобы базироваться не на объективных причинах в природе, а на субъективно привычных впечатлениях; при этом никогда нельзя указать, в каких пределах действительны полученные обобщения, и приобретенное знание является знанием вслепую.

Милль развил теорию индукции, в которой нет места умозаключениям от наблюдаемого следствия к скрытой причине. Его знаменитые «четыре метода опытного исследования» были подхвачены школьными логиками, которые увидели в индуктивных методах Милля продолжение и дополнение дедуктивной

логики Аристотеля. Но в естествознании эти методы не имели, да и не могли иметь, применения. Точно так же малый успех имели позднейшие попытки проведения метода позитивизма в естествознании (см. далее IV и V гл. наст. соч.).

5. ~~ВЫВОДЫ И ДОПУЩЕНИЯ~~

Остановимся на первой стадии индуктивного метода, состоящей в том что, исходя из фактов, делают допущения, которые бы имели значение возможного логического основания фактов.

В сущности, всякое допущение, всякая догадка, опирающаяся на какие-либо данные, обладает свойствами логического основания, так как данные, на которых она построена, являются ее необходимым условием, т.-е., иными словами, следствием; если данные, на которых мы строим догадку, не верны, то и сама догадка лишается всякого значения, как такая.

Но научными допущениями в строго логическом смысле этого слова можно называть только такие допущения, из которых факты могут быть формально дедуцированы. Только такое допущение может быть впоследствии доказано, как необходимое. Другое значение имеют догадки, которые относятся к фактам только таким образом, что не противоречат последним, но не приводят к фактам, как следствиям; догадки этого рода не могут вообще быть доказаны ни как основания, ни как следствия, почему их нельзя считать научными допущениями.

Почти все научные теории доказаны не как выводы, но как допущения. Если, например, мы рассмотрим те аргументы, на основании которых мы принимаем шарообразную форму земли: круглая тень на диске луны при лунном затмении; наблюдения звездного неба в различных широтах; различное время полудня для различных долгот; наблюдение кораблей, низ которых скрывается за горизонтом и проч. и проч.,—то мы убедимся, что из этих наблюдений невозможно вывести шарообразность земли дедуктивным путем. В самом деле:

Всякий, живущий на сфере, может наблюдать
указанные явления.

Мы наблюдаем указанные явления.

Заключение невозможно, так как средний термин не распределен ни в одной посылке.

Для вывода необходимо было бы иметь суждение: «только живущий на сфере может наблюдать указанные явления», а такое суждение может быть получено лишь путем построения других возможных допущений и последующего исключения их, т.-е. путем индуктивным. Силлогизм на самом деле надо построить так:

Всякий, живущий на сфере, может наблюдать указанные явления.

Мы живем на сфере.

След., мы можем наблюдать указанные явления.

Силлогизм этот объясняет явления, о которых идет речь; допущением является меньшая посылка, которая и доказывается затем как необходимое допущение.

Таким образом, кроме дедуктивной логики или логики выводов должна существовать также логика допущений.

Общую формулу научного допущения можно представить так:

X есть В,
А есть X,
следовательно, А есть В,

где «А есть В» — исходный факт, а суждения «X есть В» и «А есть X», оба или которое-либо одно — научные допущения.

Описываемый метод по внешности сходен с так называемым анализом или подыскиванием формального доказательства к некоторому утверждению, высказанному сперва предположительно. В обоих случаях исследователь ищет в сущности среднего термина, некоторого X, посредствующего между А и В. Оба метода могут быть изображены одной и той же схемой, но логический смысл анализа и индукции противоположен. В первом случае исходное положение требует доказательства; средний термин есть понятие известное; суждения, выражающие отношения среднего термина к крайним, также известны и приняты за истинные. Все дело в том, чтобы отыскать посылки в числе суждений, принятых за истинные, и так их сопоставить, чтобы из них вытекало исходное положение. В индуктивных же науках дело обстоит иначе: достоверным является исходное положение, а логическое основание допускается. Даже в том случае (наиболее обычном), если средний термин известен, доказан как истинный

и, стало быть, выступает в значении «vera causa», все-таки его отношение к меньшему термину будет гипотетическим, так что меньшая посылка все же будет допущением.

В других случаях допускается большая посылка.

Грей исходил из того факта, что шелковые нити, с которыми он делал опыты, не проводили электричества (Уэвелль: «История индуктивных наук». III том, стр. 10 русск. пер.). Его умозаключение можно выразить так:

Шелковые нити не проводят электричества.

Эти нити из шелка.

Следов.: Эти нити не проводят электричества.

Здесь силлогизм построен по данному заключению и меньшей посылке.

В случаях наиболее знаменитых открытий средний термин X изобретается исследователем, и обе посылки допускаются им; силлогизм строится только по данному заключению.

Например, исходя из фактов: одно и другое и третье вещество отклоняют плоскость поляризации светового луча,—Вант-Гофф изобретает средний термин—«асимметрический атом углерода», и строит силлогизм:

Асимметрический уголь в составе молекулы вращает поляризованный луч.

Все перечисленные вещества имеют в составе молекулы асимметрический уголь.

Следов: Все перечисленные вещества вращают поляризованный луч.

Наконец, X может остаться X-ом, исследователь может только подозревать о его существовании и искать его, и только в опыте X может мало-по-малу принимать определенные очертания. Так, для Кеплера этим X-ом, этим средним термином, неопределенной гипотезой, в которой он был убежден, было существование числовых и геометрических законов, связывающих движение, пути, времена движений небесных тел, движущихся вокруг центрального солнца. Этому X-у Кеплер всю жизнь старался придать конкретные очертания.

Итак, мы видим, что действительно индуктивне науки делают из силлогизмов то употребление, о котором я говорил

в статье 2-й настоящей главы (1, 2), а именно: строят силлогизм с конца по данному заключению. (См. также Sigwart: «Logik» § 82.)

6. АЛЬТЕРНАТИВЫ

Построенное вышеописанным образом научное допущение нельзя считать доказанным до тех пор, пока не получены определенные гарантии, что именно данное допущение истинно, а всякое другое допущение, сделанное с целью объяснения тех же фактов, окажется ложным. Ошибка индуктивного мышления, которая чаще всего встречается и которую легче всего сделать, заключается именно в том, что возможное основание рассматривают как необходимое, без достаточных гарантий.

Подтверждение гипотезы фактами, правильные предсказания, которые можно делать, исходя из гипотезы, — все это не может дать требуемой гарантии, так как ложная гипотеза может приводить к фактам, не разнящимся от истинных; на основании ложной гипотезы можно делать правильные предсказания — история науки знает слишком много подобных примеров. Даже точные цифры, полученные в конечном результате, оказывались обманчивыми. Так, ложная теория звука Ньютона давала цифру для скорости звука, близкую к действительности (Herschel: «Preliminary Discourse». London 1851 p. 205). Опровержение других допущений, конкурирующих с данными, само по себе, как мы видели, также не доказывает данного допущения. Поэтому для доказательства гипотезы остается следующий путь: сделать все возможные научные допущения, составить из них альтернативу и стремиться доказать как полное соответствие с фактами одного члена альтернативы, так и противоречия с фактами всех остальных членов.

Чтобы описанный процесс мог считаться доказательством, необходимо заботиться о том, чтобы члены альтернативы были несовместимы и чтобы деление было полным. Гипотезы могут быть общие и специальные. В первых предикатом проблематического суждения служит родовое понятие, а во вторых предикат присоединяет многочисленные определения с указанием конкретных свойств и размеров. Способы доказательств тех и других гипотез различны.

Рассмотрим сперва доказательство общих гипотез. Допустим, что обнаружен труп человека с огнестрельной раной и что надо раскрыть преступление. Возможных версий убийства можно придумать сколько угодно, круг допущений неограничен. Но прежде всего надо убедиться в том, что здесь действительно имело место убийство, а не что-либо другое. Прежде чем искать убийцу, надо установить истину в общем виде. А в таком случае возможностей только две: убийство или самоубийство. Мы имеем, таким образом, исчерпывающую альтернативу из двух членов, выбор между которыми не труден.

Подобно этому и в научных вопросах необходимо избегать преждевременной конкретизации гипотезы без достаточных мотивов или данных; наоборот, допущения во многих случаях необходимо намеренно высказывать в общих и даже несколько неопределенных чертах, потому что именно таким образом можно достичь того, что небольшое количество допущений исчерпывает все возможности. Деление можно считать полным и в том случае, если не приняты во внимание безусловно фантастические возможности, подтверждения которых никогда не наблюдалось, несмотря на тысячелетний опыт науки. Когда альтернатива сконструирована, необходимо дедуктивно развивать каждый член деления в отдельности и сопоставлять следствия с фактами. Дедукция здесь по форме тождественна с дедукцией классической логики, но цель заключается не в доказательстве следствий, но в доказательстве или опровержении посылок. Как уже сказано, необходимо до тех пор развивать возможности в их следствиях и сопоставлять с фактами, пока не выяснится полное совпадение с фактами одной возможности и ложность всех остальных.

Гипотезу можно считать опровергнутой или тогда, когда мы нигде не находим подтверждения ей, хотя по обстоятельствам дела слишком невероятно, чтобы те детали, существование которых допускает гипотеза, могли ускользнуть от внимания науки; наконец, тогда, когда с точки зрения гипотезы пришлось бы считать случайным совпадением то, что совершенно невозможно считать случайностью. Не так легко убедиться, что следствия действительно противоречат фактам, т.-е. что противоречие не кажущееся и не может быть объяснено влиянием непредусмотренной причины. Поэтому нельзя ограничиться

одним опытом, но надо получить определенную картину несостоятельности гипотезы.

Общие гипотетические положения дедуктивно развиваются путем применения к ним общих принципов. Такое развитие становится особенно удобным и целесообразным, если общая гипотеза выражена в математической форме. В последнем случае, вывод следствий из гипотезы и сопоставление их с фактами обыкновенно продолжают после того, как удалось обосновать одно положение и исключить все остальные возможности. Опыты в этом случае продолжают уже не для доказательства гипотезы, а для ограничения общего положения, для присоединения дальнейших определений. (J. Herschel. Ibid. p. 198—200.)

Что касается специальных гипотез, то здесь нечего и пытаться охватить все частные возможности, так как число их неограниченно. Альтернативу в этом случае возможно строить только из двух членов: гипотеза или истинна или ложна. Доказать специальную гипотезу возможно только одним способом: надо из гипотезы вывести формально какие-либо факты «не в общей неопределенной форме, но с возможной тщательностью в отношении времени, места, веса и размеров». (J. Herschel. Ibid., p. 25.) Опять-таки здесь нельзя ограничиться одним фактом, а необходимо получить полную и яркую картину совпадения с действительностью разнообразных следствий теории. Подобная форма проверки теории имеет значение одновременно как прямого, так и косвенного доказательства. В самом деле, если признать гипотезу ложной, то систематическое и полное согласие наблюдаемых результатов с данными, вычисленными на основании гипотезы, пришлось бы считать странным образом дрящимся рядом случайных совпадений. Но вероятность такого ряда совпадений довольно скоро становится бесконечно близкой к нулю, а следовательно, вероятность самой гипотезы—к единице, т.-е. к полной достоверности. Таким образом мы видим, что тщательные измерения опытных данных способствуют не только скрупулезной точности в математическом смысле, но и достоверности наших познаний в смысле логическом или философском.

Если в гипотезе роль действующего начала играет «vera causa» т.-е. обстоятельство уже знакомое, доказанное как существующее и, так сказать, уже нащупанное наукой, то гипотеза вышеуказанным приемом может считаться вполне доказанной. Но

если причина изобретена для объяснения фактов и не обнаружена непосредственным наблюдением, то опять возникает некоторое затруднение. Безусловно остается в силе то, что систематическое совпадение теории с фактами не может быть приписано случайностям, но возникает сомнение, вполне ли точно изобретенная гипотеза отвечает действительной причине, и не может ли другая гипотеза соответствовать действительной причине более точно?..

Таким образом опять открывается возможность для конкуренции нескольких теорий. Но здесь вопрос уже ставится в другой плоскости. Здесь дело идет не о достоверности или ложности наших познаний, а о степени приближения их к некоторой идеальной границе: достоверно, что мы обладаем не полной истиной, а некоторым приближением к ней.

Таким образом в развитой науке, полно и виртуозно овладевшей явлениями, специальные гипотезы конкурируют уже не как истина и ложь, а как различные степени приближения к безусловной истине.

7. НЕПОЛНАЯ ИНДУКЦИЯ И АНАЛОГИЯ

В построенную таким образом общую схему индуктивного доказательства вполне укладывается также так называемая индукция *per enumerationem simplicem*. Неполная индукция, как известно, заключается в следующем: мы исходим из того, что все известные нам A , а именно A_1, A_2, A_3 и т. д. оказались вместе с тем B ; мы обобщаем эти факты, умозаклячая, что всякое A есть B . Очевидно, что здесь к единичным суждениям « A_1 есть B », « A_2 есть B » и т. д. подбирается общая большая посылка: «все A суть B » (S i g w a r t: «Logik». Bd. II, § 95,2). От указанного общего суждения можно далее умозаклячать к новому, еще не исследованному случаю: « A_n есть B ». Может ли неполная индукция служить доказательством?..

Слово «все» мы употребляем в тех случаях, когда желаем исключить возможность отрицательных суждений (ср. также S i g w a r t: «Logik». I, § 27), покуда дело идет об известных наблюдаемых случаях, отрицательное суждение возможно исключить путем полного перечисления, и достигнутое таким образом отрицание отрицания будет вполне достоверным.

Но задача заключается в том, чтобы распространить отрицание отрицания за пределы наблюдаемого, чтобы доказать полную невозможность отрицательных суждений. Из того, что мы нигде не наблюдали такого A , которое не есть B , мы должны заключить, что это вообще невозможно; обобщение возникает в тот момент, когда у нас накопилось достаточно материала для исключения возможности отрицательных суждений.

Если исследованные случаи многочисленны, то, без сомнения, вероятность того, что все известные нам A случайно оказались B , бесконечно близка к нулю. Точно так же исключается вероятность того, что причина B кроется не среди тех обстоятельств, в которых сходны все известные нам A , но среди каких-либо других обстоятельств. Таким образом, если бы все исследованные обстоятельства были сходны единственно в тех признаках, которые входят в содержание понятия A и ни в каких других, то неполная индукция, при не слишком малом количестве наблюдений, была бы строгим доказательством. Однако не исключена возможность того, что нами упущена из виду некоторая добавочная причина, общая всем наблюдаемым случаям, но не входящая в понятие A . Между тем, возможно, во-первых, что эта причина необходима для получения B , и, во-вторых, что она не связана необходимо с A . Возможно также, что во всех известных случаях отсутствовала некоторая причина, которая могла бы предупредить появление B .

Все известные нам вороны черны. Но сходство наблюдаемых случаев не ограничивается признаками, заключающимися в понятии «ворон». Имеются также сходства в условиях среды и климата. Таким образом ряд хотя бы и многочисленных, но однородных наблюдений не устраняет возможности отрицательных суждений; поэтому примышляемую посылку «все A суть B » следует рассматривать как возможное, а не как необходимое основание.

Но, с другой стороны, если A_1 , A_2 и т. д. сходны не только в том, что они суть A , если именно добавочное сходство является причиной B , и если, кроме того, это добавочное сходство отделимо от A , то рано или поздно мы должны обнаружить A , которое не есть B . Для обнаружения последнего надо всячески разнообразить наблюдения, наблюдать объекты A , находящиеся при самых различных обстоятельствах; когда же, несмотря на это, A ,

которые не суть В, нигде не могли быть обнаружены, и когда, по обстоятельствам дела, совершенно невероятно, чтобы подобные факты могли ускользнуть от внимания науки, если бы таковые существовали, — то предположение добавочной причины в свою очередь можно считать опровергнутым. Таким образом неполная индукция тогда лишь приобретает значение доказательства, когда наблюденные случаи не только многочисленны по количеству, но и разнообразны по своим условиям.

Обобщение только тогда достоверно, когда мы пришли к нему через отрицание отрицания. Примером может служить закон сохранения энергии, который доказывается невозможностью *perpetuum mobile*, или учение о химических элементах, к которому пришли, убедившись в невозможности алхимических превращений.

Искусственный эксперимент находится в более счастливом положении, по сравнению с наблюдениями, так как единственный правильно поставленный эксперимент уже исключает возможность отрицательного суждения. В то время как явление, пассивно наблюдаемое, имеет место при самых разнообразных обстоятельствах, при совершении опыта экспериментатор вполне точно может определить те условия, при которых искусственно воспроизводимое явление наступает. Поэтому, как показал Милль, экспериментатор в этом случае может опереться на более широкую индукцию: на общий причинный закон. В самом деле, многочисленными и разнообразными наблюдениями установлено, что при одинаковых обстоятельствах получаются всегда одинаковые и отнюдь не различные последствия. Этим законом может сразу же воспользоваться экспериментатор; но наблюдатель не может его применить ввиду того, что он не знает точно тех условий, при которых обнаруживается наблюдаемое им явление.

Трудность доказательства обобщения сводится, таким образом, к трудности устранить возможность отрицательного суждения. Если же не заботиться о полном исключении отрицательного суждения и заключать только к ближайшим, смежным явлениям, то достоверные выводы получить значительно легче; при этом не нужно вовсе точно формулировать сделанного обобщения, не нужно останавливаться на какой-либо одной определенной гипотезе. В тех случаях, когда общая посылка не выра-

жена точно и остается неопределенной, все дальнейшие частные выводы из подобных неопределенных обобщений называются выводами по аналогии. При прочих равных условиях (т.-е. исходя из тех же самых наблюдаемых фактов) выводы по аналогии всегда достовернее всяких других выводов, но могут быть сделаны только к сходным смежным случаям. Высшую возможную достоверность обобщения могут дать именно заключения по аналогии.

8. ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ; КРИТЕРИЙ ИСТИНЫ

Теперь рассмотрим вопрос о характере и степени достоверности положений, полученных в результате применения вышеописанных методов. Вопрос заключается в том, являются ли научные теории безусловно доказанными после того, как для них подобраны все требуемые методом прямые и косвенные подтверждения, или же они ни в каком случае не могут претендовать на безусловную достоверность.

Прежде всего, возможно утверждать, что никакая научная теория не может быть доказана с полной достоверностью прямым путем. Для подобного доказательства необходимо подтверждение фактами всех, а не только некоторых следствий теории, так как всякое следствие является условием истинности теории. Но всех следствий, вытекающих из теории, бесчисленное множество, и все они не могут быть проверены. Далее, по свойству логического основания и следствия, из ложного может вытекать истинное (Аристотель: «Первая Аналитика»), т.-е. истинные следствия могут вытекать также из ложных посылок; отсюда следует, что никакое подтверждение теории фактами не решает дела безусловно. Но и косвенно, путем опровержения всех прочих возможностей, теория не может быть с полной несомненностью доказана вследствие ошибки *petitio principii*, заключающейся, как мы видели, в разделительном силлогизме. Итак, ни прямое ни косвенное доказательство не дают безусловных подтверждений, и, следовательно, никакая теория вообще не может сделаться абсолютно достоверной. Этого и следовало ожидать, раз мы признаем, что достоверность познания не вытекает из априорных, аподиктически достоверных основоположений, но опирается на данные эксперимента.

Однако, если абсолютная достоверность недостижима для эмпирического знания, если из двух противоречивых возможностей ни одна не может быть безусловно исключена, то возможно, как угодно близкое, приближение к полной достоверности. Вполне можно достичь того, что вероятности двух противоречащих суждений будут выражены величинами различных порядков: в то время как вероятность одного суждения будет как угодно близка к единице, или к полной достоверности, вероятность другого будет столь же близка к нулю. Вполне возможно достичь того, что ни один здравомыслящий человек не будет сколько-нибудь затрудняться при выборе одного решения из двух возможных. В этом и заключается устранение разумно мотивированных сомнений, о котором я говорил в 1-й статье настоящей главы (I, 1). Достоверность естествознания, таким образом, может только приближаться к безусловной достоверности, никогда не достигая последней.

Теперь возможно поставить вопрос о характере достоверности математических аксиом и о критерии истины.

Следствие, согласно определению статьи 1 (I, 1), является условием истинности основания. Но и независимо от этого определения, как бы ни определить основание и следствие, во всяком случае, если следствие ложно, то необходимо ложно и основание, т.-е. основание истинно только при условии истинности следствия. Отсюда вытекает, что безусловно истинными могут быть лишь суждения, вовсе не имеющие следствий. Такими суждениями являются непосредственные суждения восприятия: «мне больно», «я вижу вот это» и т. д. Всякое истолкование наличных ощущений путем представления объектов вне нас может оказаться иллюзией; но ощущение не зависит от истолкований и теорий, оно не падает вместе с ложными истолкованиями, познание его безусловно. Вместе с тем мы видели, что из ощущений ничего нельзя выводить дедуктивно; ощущение можно рассматривать не как посылки, но лишь как конечные следствия, от которых требуется восходить к посылкам.

Наоборот, аксиомы математики имеют следствия; поэтому они не истинны безусловно, но их истинность обусловлена истинностью их следствий. Из аксиом далее можно сделать эмпирические выводы, применимые к практике реальной действительности. Следовательно, реальные явления таюже служат усло-

виями аксиом, критерием их истинности, так что истинность аксиом покоится в конечном счете на эмпирической основе.

Вопрос о критерии истинности аксиом служит постоянным предметом живого обсуждения в философской литературе. Должно ли служить таким критерием сознание необходимости и очевидности, которое их сопровождает, или же то обстоятельство, что аксиомы могут быть представлены, как необходимые основания фактов?.. Обширная литература по вопросу об основных постулатах знания посвящена, главным образом, вопросу об априорном происхождении аксиом. Этот последний вопрос можно считать решенным в определенном смысле: конечно, мы не появляемся на свет с готовыми аксиомами в душе, но без помощи аксиом мы не смогли бы разобраться в данных опыта; без помощи аксиом и постулатов самый опыт был бы невозможен. Опыт наталкивает наш рассудок на аксиомы, и мы находим их в своем рассудке, когда в них представляется надобность. Но самый вопрос о происхождении аксиом в сущности не имеет прямого отношения к логике. В логике вопрос должен ставиться в другой плоскости: не о происхождении аксиом, а о критерии их истинности.

Мы видели, что из фактов нельзя сделать никаких формальных выводов, как из посылок силлогизмов, что всякое заключение от фактов есть акт творчества, что всякое возможное основание фактов, всякое допущение рассудок находит в известном смысле а priori. В этом отношении нет качественной разницы между любым эмпирическим обобщением и аксиомой. И то и другое является творческой реакцией нашего рассудка на противостоящие ему факты. Но этим нимало не решается вопрос об истинности полученных таким образом общих положений. Одни из логиков считают критерием истинности сознание объективной необходимости, сопровождающее «основоположения» (Зигварт). Другие говорят об идеальных возможностях очевидных суждений (Гуссерль).

Из защитников противоположных взглядов наиболее сильные аргументы принадлежат Миллю. Милль заблуждался, поскольку он стремился доказать эмпирическое происхождение аксиом, но его аргументация является поучительной и в настоящее время, поскольку она доказывает, что немыслимость вещи, невозможность представить вещь не озна-

чает еще невозможности самой вещи, т.-е. поскольку, следовательно, его аргументация относится к вопросу о критерии истинности аксиом. (См. «Система Логики», пер. Ивановского, стр. 213 и след.)

В самом деле, определим ли мы очевидность, как «переживание, в котором судящий сознает правильность своего суждения, т.-е. его соответствие с истиной» (Гуссерль: «Логическое исследование», пер. Бернштейна, стр. 161), или как «актуальное переживание истины» (там же, стр. 164),—как можно безусловно полагаться на такое переживание после того, как оно столько раз вводило в заблуждение? История человеческой мысли дает нам достаточно примеров привычных, укоренившихся заблуждений, почитаемых за истины; дает также понятие о тех едва победимых трудностях, которые должна преодолевать наука, когда она разрушает вековые привычки мысли и доказывает то, что считалось ранее невысказанным. Противоположных же примеров, т.-е. чтобы очевидное суждение противоречило фактам и в то же время признавалось наукой истинным из-за присущего ему чувства очевидности, — нельзя привести ни одного. Мало того, я утверждаю, что не нужно противоречия с фактами, чтобы была отвергнута наукою аксиома или система аксиом, несмотря на присущую им очевидность; для этого достаточно, чтобы из постулатов, отнюдь не очевидных и несовместимых с аксиомами, те же самые факты вытекали более непосредственно, более кратким путем, выводились бы с меньшей затратой труда, нежели из очевидных аксиом. Для науки этого было бы достаточно, чтобы заключить, что не аксиомы являются необходимыми основаниями фактов, а противоречащие им постулаты.

Разум человека достаточно деятелен, чтобы сомневаться в научном смысле в самых «очевидных» аксиомах, т.-е. он способен развить все несовместимые с аксиомами возможности в стройные, не противоречивые системы. Это достаточно доказали исследования о кривизне пространства, о пространствах многих изменений и т. п. И выбор между несовместимыми системами постулатов может решить только опыт.

О следствиях аксиомы нельзя сказать ни того, что они очевидны, ни того, что противоречие им невысказанно. Вполне мыслимо, что квадрат гипотенузы не равняется сумме квадратов катетов.

Пусть произведена дедукция этой теоремы из аксиомы. Значит ли это, что я не имею более права сомневаться в теореме Пифагора?— Нет, отсюда следует только то, что если я сомневаюсь, то должен также сомневаться и в аксиомах. Возможно ли последнее?.. Без сомнения. Чувство очевидности аксиом есть факт психологический—ему можно противопоставить неочевидность следствий.

В сущности мы не имеем ни малейшего права отбрасывать суждение, как ложное, только на том основании, что предмет суждения не может быть представлен наглядно; поэтому сомнение в справедливости аксиом есть разумное сомнение, и устранить его может только исследование следствий.

Допустим, что геометрические фигуры не могут перемещаться в пространстве без изменения; в таком случае в результате измерения может оказаться, например, что квадрат гипотенузы не равен сумме квадратов катетов, так как доказательство равенства основывается на указанной предпосылке. Если бы результаты измерений дали отступление от требуемых теоремой на величину большую, нежели возможные ошибки измерений, то аксиомы приводились бы в качестве примеров любопытной иллюзии.

С логической точки зрения истинность основания не может быть непосредственной и безусловной; из того, что аксиомы имеют следствия, вытекает, что их истинность безусловна, но требует истинности других суждений; это значит, что и достоверность их не безусловна и носит по существу тот же самый характер, что и достоверность естествознания.

Убеждение в безусловной достоверности наглядных аксиом является общепризнанным среди современных геометров.

Итак, мы отвергаем непосредственное чувство очевидности суждения в качестве безошибочного критерия истины; но иного критерия истинности, кроме непосредственной очевидности, в конечном счете, быть не может. Поэтому возникает вопрос, на чем мы должны остановиться, если мы не доверяем очевидным суждениям, и не должны ли привести нас эти сомнения к полному скептицизму? Однако подобный вывод вовсе не является неизбежным.

Для неискушенного мышления всякая промелькнувшая мысль, всякая новая идея первоначально дает это «переживание истины», но горький опыт постепенно разочаровывает и

показывает, что многое оказывается ложным из того, что переживалось как истинное. Опыт показывает, что некоторые «переживания истинного» обманывают; скептицизм же был бы обязателен в том случае, если бы обманывало всякое переживание истины, чего на самом деле нет. Поэтому достаточно подвергнуть критике все представляющиеся очевидными суждения, найти среди них такие, которые заслуживают безусловного доверия, определить их формальные признаки и таким образом получить критерий, отличающий действительную истину от правдоподобной видимости. Такими безусловно достоверными суждениями являются, как мы видели, суждения восприятия, которые непосредственно соответствуют своему предмету — ощущению.

Суждения восприятия дают нам, таким образом, абсолютно достоверную точку опоры. Все другие очевидные и достоверные суждения ценны постольку, поскольку они опираются на чувственную достоверность, т.-е. всегда могут быть проверены через посредство ощущений.

Итак, основная противоположность между догматической (традиционной) логикой и логикой естественно-научной сводится к следующему: традиционная логика принимает в качестве критерия истины последние основания, а естественно-научная логика — последние следствия.

В логике естествознания нет доказательств a priori. Умозрительная самоочевидность, рассматриваемая как критерий истины в каком бы то ни было вопросе, беспощадно и навсегда изгоняется.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ПРИНЦИПЫ ФОРМАЛЬНОЙ ЛОГИКИ

1. ПОНЯТИЯ

Учение о понятиях является одним из слабых мест классической логики. С этим учением связан целый ряд трудностей, не находящихся в классической логике своего разрешения.

Логика учит, что понятие образуется путем отвлечения некоторых качеств, общих многим объектам. Сравнивая сходные объекты, мышление разлагает их на отдельные признаки, останавливается на том, что всем им общее, и отбрасывает все остальные, нетождественные, признаки; в результате получается общее понятие.

Содержание всякого понятия слагается из признаков; таким образом, общий признак играет весьма существенную роль: он является необходимым посредником между понятиями и объектами, позволяющим подводить объекты под понятия. Но что такое общий признак?.. Напрасно мы бы стали искать в классической логике сколько-нибудь удовлетворительного ответа.

Для схоластиков общий признак есть реальное качество вещей, то общее, что находится в объектах и что можно извлечь мысленно посредством простой абстракции. Но не говоря уже о трудностях, связанных с Аристотелевым реализмом, теперь всеми оставленным, было совершенно непонятно, каким образом общий признак, будучи общим реальным качеством вещей, мог входить, как составная часть, в идеальное понятие.

Согласно Канту, общий признак отвлекается от представлений (Кант: «Логика» см. стр. 86 русск. пер.); общие признаки представлений образуют, далее, понятия. Признак потому может

служить посредником между внешними объектами и понятиями, что объекты так же идеальны, как понятия; объекты, согласно Канту, суть только наши представления. Следовательно, уже в формальной логике мы должны признать идеальность объектов; формальная логика ставится, таким образом, в полную зависимость от выводов той или иной философской системы. Но и признание идеальности объектов все-таки не избавляет от трудностей; для того, чтобы общий признак, полученный путем абстракции, мог выполнить свою функцию, необходимо признать не только идеальность объектов, но и наглядность понятий. Избегая трудностей реализма, мы становимся лицом к лицу перед трудностями концептуализма. В самом деле, общий признак есть признак самих наглядных представлений, некоторая общая черта, всем им свойственная; следовательно, признак так же нагляден, как сами представления: в противном случае он не мог бы быть извлечен из представлений путем сравнения и абстракции. Но если все признаки понятия наглядны, то и понятие, из них составленное, должно быть также наглядным.

Однако в настоящее время вряд ли возможно говорить о существовании «*conceptus communis*», вряд ли возможно допускать превращение представлений в понятия. Представления могут быть только сходны между собою: мы узнаем черты сходства в представлениях от случая к случаю, не имея никакой общей наглядной идеи, которая бы механически покрывала найденные черты сходства. Существование общих наглядных представлений, таким образом, признать невозможно. Если же понятия, а следовательно, и признаки понятий, могут быть только мыслимы, но не созерцаемы, то в таком случае признаки понятий не тождественны с признаками объектов: в то время как первые так же общи, как понятия, вторые так же конкретны и индивидуальны, как представления. Но отсюда следует, что признаки понятий не могут выполнять своей функции — быть посредниками между объектами и понятиями, и, кроме того, самое подведение объектов под понятия становится невозможным.

Чтобы избежать всех указанных трудностей, необходимо перестать рассматривать признак, как продукт отвлечения сходного, и видеть в нем более или менее произвольное условие, посредством которого мы испытываем объекты.

Для того, чтобы признать один предмет домом, а другой предмет животным, мы предъявляем к предметам определенные требования, которым предметы должны удовлетворять. Дом должен иметь стены, крышу, двери; животное должно быть организованным существом, обладающим способностью произвольного движения. Если же предметы не удовлетворяют предъявленным требованиям, то они и не могут быть подведены под соответствующие понятия. Не говоря уже о неточности узнавания сходных впечатлений, слишком натянуто и не изящно говорить о сходствах там, где впечатления, полученные нами от объектов, совершенно различны, а все «сходство» заключается в том, что объекты удовлетворяют некоторому, выработанному нами условию. Странно говорить, например, о сходстве амебы и человека, дворца и хижины: странно отвлекать сходные черты там, где не дано никаких сходных впечатлений.

Приступая к исследованию объектов, научная мысль вырабатывает целый ряд норм или условий, посредством которых объекты должны быть испытаны. При этом исследуется способность объектов удовлетворять различным поставленным условиям, и сообразно полученным результатам объекты распределяются по классам и подводятся под понятия. Очевидно, что всякий объект, удовлетворяющий определенному условию, тем самым включается в определенный класс.

Логика, следовательно, перестает быть заинтересованной в разрешении вопроса о реальности общих качеств и о возможности общих наглядных идей и в то же время получает удобный прием для строго определенного распределения вещей по классам и подведения их под понятия.

Из определения признака вытекает, далее, определение понятия. Теперь понятие должно быть определено, как сложный признак или сложное условие, представляющее собой совокупность простых условий, соединенных в одно целое с научной целью для испытания объектов.

Таким образом в построении понятия есть доля условности, произвола. Понятие не копирует сходных качеств вещей, но испытывает вещи; это не представления, лишенные детальности, но нормы. Возможно построить понятие, хотя бы вещей, которые подходили под понятие, вовсе не существовало.

Только описанным путем, а никак не путем отвлечения общих признаков, может быть получено безусловно общее понятие. В самом деле, допустим, что мы рассмотрели и сравнили n объектов и получили понятие путем отвлечения сходных качеств. Полученное таким образом понятие будет общим, но общность такого понятия простирается только на объекты, подвергнутые сравнению: совершенно неясно, почему такое понятие может считаться общим и для тех объектов, которые еще не подвергались рассмотрению и от которых мы еще ничего не отвлекали. Так как все возможные объекты никогда не могут быть пересмотрены и подвергнуты сравнению, то следовательно мы не имеем права считать безусловно общим никакое понятие, полученное путем отвлечения сходного.

Полученное описанным образом понятие может быть затем употреблено как норма для испытания неопределенного числа объектов, и в таком случае оно действительно получает безусловно общее значение.

Но только последнее употребление, а не происхождение путем отвлечения сходного, делает понятие безусловно общим.

Кроме того, традиционная теория образования понятий вращается в кругу. Возьмем понятие «звезда третьей величины». Для того, чтобы установить признаки этого понятия путем отвлечения, надо сравнивать между собой различные звезды третьей величины; а для того, чтобы отличить звезды третьей величины от всех остальных звезд, признаки понятия уже должны быть даны. Вообще, для того, чтобы отвлечение общего понятия было возможно, должен быть раньше образован класс объектов, из которых извлекается сходное; но класс образуется лишь тогда, когда понятие дано.

Традиция изображает фантастическим образом происхождение общих понятий, как будто мы без разбора берем кучу вещей и отвлекаем общие признаки. В научном мышлении, во всяком случае, ничего подобного нет. Мы не сравниваем объектов без разбора, а направляем активно выбор сравниваемых объектов, заранее имея в виду то, что нам нужно. Абстракция из кучи объектов, может быть, и представляет собой описание первых шагов мысли, но никак не теорию правильного мышления. Пока нет планомерных испытаний объектов при помощи заранее выработанных норм, до тех пор нет и научного метода. В простей-

ших случаях мы испытываем объекты непосредственно органами чувств; но для научных целей этого недостаточно, и мы прибегаем к различного рода инструментам и измерительным приборам.

Все рассмотренные традиционные заблуждения логики нашли себе полное выражение в классически-неправильном учении Канта о том, что логические акты рассудка, благодаря которым понятия создаются, суть компарация, рефлексия и абстракция.

«Следовательно, чтобы из представлений образовать понятия, нужно иметь возможность сравнивать, рефлексировать и абстрагировать, так как эти три логические операции рассудка являются существенными и общими условиями образования всякого понятия вообще. Например, я вижу сосну, иву и липу; если я прежде всего сравниваю эти предметы друг с другом, я замечаю, что они отличаются друг от друга стволами, ветвями, листьями и мн. др.; и если я потом обращаю внимание лишь на то, что во всех их является общим, на самый ствол, ветви и листья, я отвлекаюсь от их величины, фигуры и т. под., то я получаю понятие дерева». (Кант: «Логика», стр. 87 русск. пер. Всякое понятие, по Канту, непременно есть общее понятие.)

Приведенный отрывок вызывает все указанные возражения: в нем предполагается как объективность общих качеств, так и возможность общих представлений; для образования понятия «дерево» выбраны три дерева: сосна, ива и липа, и, следовательно, понятие уже направляло выбор сравниваемых объектов; общность полученного понятия не может распространяться далее рассмотренных трех экземпляров.

В действительности существенным актом абстракции является расчленение свойств какого-либо уже изученного объекта и установление зависимости или независимости одних свойств от других. Расчленение свойств объекта не нуждается непременно в сравнениях с другими объектами и может предшествовать последним. Выделение той или другой группы расчлененных качеств объекта уже создает понятие, обладающее безусловной общностью. Но для того, чтобы наиболее целесообразно образовать понятие, мы должны сравнивать объект с другими объектами. При этом мы должны искать не только сходства, но и различий. Заметив, какие признаки характеризуют исключительно взятый нами объект и не повторяются у других объектов, мы отбрасываем эти признаки, при чем совокупность остальных признаков соеди-

нием в понятие. Таким путем получается норма, пригодная для испытания неопределенного числа объектов. Последнее выражение можно рассматривать как определение общего понятия.

Нуждается также в пересмотре учение классической логики о том, что частное понятие имеет всегда больше признаков, нежели общее, и что переходить от частного к общему можно только путем отбрасывания признаков, а от общего к частному только путем присоединения. Учение это справедливо в тех случаях, когда признаки частных понятий несовместимы, вследствие чего они и не могут войти в общее понятие, охватывающее все отдельные случаи. Вводить альтернативы в общее понятие возможно только в редких случаях и в ограниченном количестве; при этих условиях общее понятие действительно должно быть более бедным по содержанию сравнительно с частным. Если же признаки частных понятий совместимы, то они могут быть совмещены в общем понятии, которое имеет в этом случае значение типа или идеала. Например, понятие «поэт» может совмещать признаки, отсутствующие у тех или других отдельных поэтов. В этом случае от общего к частному возможно переходить путем отбрасывания признаков. Малое развитие, вырождение или полное отсутствие какого-либо признака дает частный случай. Если в шестиугольнике совпадают попарно соседние стороны, то он превращается в треугольник. Но большая часть теорем о шестиугольнике, напр., о шестиугольнике, вписанном в коническое сечение, применима и к треугольнику, рассматриваемому как частный случай шестиугольника. В подобных случаях содержание общего понятия может быть равно, больше или меньше по сравнению с содержанием частного.

Наконец, понятие играет роль посредника между словом и вещами, которые этим словом обозначаются.

Мы всегда можем давать вещам собственные имена, т.-е. можно непосредственно соединить некоторый термин с выбранной нами вещью. Но в этом случае необходимо непосредственно указывать на вещь и говорить: эта вещь называется вот так. Между тем общее имя, в противоположность собственному имени, невозможно соединить непосредственно с вещами, вследствие чего понятие здесь является абсолютно необходимым посредником. В самом деле, общее имя дается не той или другой группе определенных, заранее отобранных вещей, но каким бы то ни было

вещам, удовлетворяющим некоторым условиям. Таким образом общее имя непосредственно связывается с группой поставленных условий, т.-е. с понятием, и только косвенно с фактом удовлетворения означенных условий. Ярлык общего имени оказывается возможным наклеить только на понятие, но никак не на объект, удовлетворяющий понятию. Однако первое и прямое значение имени служит не целью, а только средством для второго и косвенного. Мы соединяем общее имя с понятием только для того, чтобы через это назвать объекты, и только потому, что непосредственное соединение общего имени с объектами невозможно. Например, слово лошадь означает не группу поставленных условий, с которыми это слово непосредственно связано, но какой-либо случай удовлетворения этих условий, т.-е. объект.

Если же мы желаем рассуждать о самой группе условий, то необходимо специально оговорить, что мы в данном случае имеем в виду не объект, но понятие лошади.

Таким образом, как собственные, так и общие имена относятся к реальным объектам, хотя общие имена непосредственно могут быть соединены только с понятиями; через посредство понятий мы рассуждаем о вещах.

2. О СОДЕРЖАНИИ И ФОРМЕ СУЖДЕНИЙ

Со времени Аристотеля логика определяет суждение как мысль, в которой что-либо о чем-либо утверждается или отрицается. То, что утверждается в суждении, называется предикатом; то, о чем утверждается,—субъектом, связка «есть» или «не есть»—выражает утверждение или отрицание. Таким образом в полном суждении имеются два термина и связка.

Утверждение, которое в сущности и составляет суждение, нельзя рассматривать, как волевой акт, как решение, так как волевой акт не мог бы составить самой сущности суждения. Суждение должно рассматриваться как чисто логическое утверждение или отрицание, т.-е. как утвердительное или отрицательное мнение, как утвердительная или отрицательная формула. Некоторые логики видят сущность суждения именно в волевом акте утверждения, но подобное внедрение психологии в логику бесполезно хотя бы уже потому, что предметом решения воли является все же некоторое утвердительное или отрицательное

мнение, а последнее и само по себе является настоящим суждением. Таким образом логическое суждение может быть предметом волевого акта, но не нуждается в последнем для того, чтобы быть суждением.

Суждение, понимаемое таким образом, близко подходит к тому, что английские логики называют предложением. Но так как мы различаем слова и понятия, так как мы признали, что понятие является необходимым посредником между словом и вещами, то мы, равным образом, должны различать суждения и предложения. Предложение является только словесным, грамматическим выражением суждения. Различение это является необходимым также и потому, что одно и то же суждение может быть выражено посредством различных предложений, т.-е. несколько предложений, различных по терминам, могут иметь тождественный смысл. Поэтому прием английских логиков — говорить только о терминах и предложениях — не может быть признан правильным и удобным.

При рассмотрении суждений нужно различать свойства объектов, о которых говорится в суждении, и тот способ, каким объекты даны в суждении; иначе говоря, нужно различать отношение объектов между собою и отношение их к нашему мышлению. Только второе подлежит утверждению или отрицанию, первое же не может быть утверждаемо, но лишь представлено (в отрицательном суждении может быть сознано отсутствие представления). Объекты мышления не могут сами по себе быть утверждаемы или отрицаемы: всякие свойства объектов и их отношения между собой сами являются объектами мышления и, следовательно, также не могут быть утверждаемы. Бессмысленно было бы утверждать дом, или большой дом, стоящий рядом с театром, или дом с балконом и т. д. Можно утверждать только отношение этих объектов к мышлению, т.-е. что дом и балкон нам даны как объекты, принадлежащие друг другу.

Свойства объектов и их взаимные отношения представляют материю суждения, а отношение объектов к мышлению — форму суждения. Форма суждения, следовательно, есть выражение того способа, каким нашему мышлению даны те или другие объекты. В суждении необходимо самым тщательным образом отличать материю и форму, так как для дедукции важна только

форма суждения; умозаключать можно только из формы, отвлекаясь от материи.

Первую и основную ошибку классической логики — неправильное понимание отношений между основанием и следствием — мы рассмотрели в предшествующей главе. Здесь необходимо отметить и другую, весьма распространенную, ошибку: внесение элементов воззрения в формальную логику. Эта вторая ошибка не связана с самым духом традиционной логики, как первая, и легко могла бы быть избегнута, но тем не менее почти все авторы в нее впадают. Вследствие такого внесения воззрения в формальные умозаключения постоянно смешивают, что именно в мышлении принадлежит наглядному представлению и что приходится на долю собственно дедукции, где кончается одно и начинается другое. Отсюда и самое мышление становится неясным, и невозможно дать отчета, из каких предпосылок исходит какое-либо дедуктивное рассуждение, и к чему сводится самый процесс дедукции. Для избежания указанной ошибки и нужно тщательное различение формальных элементов мышления от интуитивных.

Рассматривая какие-либо суждения, мы можем поступить двояко: во-первых, мы можем отвлечься от того способа, каким объекты даны в суждениях, и рассматривать самые объекты и их отношения между собою. Например, мы можем рассматривать геометрический чертеж и открывать в нем новые, не данные нам отношения. В этом случае мы занимаемся исключительно материей суждений и отвлекаемся от формы; нам не нужны при этом ни расчленение на субъект и предикат, ни связка, так как мы рассматриваем материал как целое. Можно поступить и иначе: а именно, взять суждения в качестве посылок для дедуктивного вывода, но при этом мы должны отвлечься от качества объектов и от их взаимных отношений и рассматривать только тот способ, каким объекты даны: мы должны рассматривать только форму и отнюдь не материю суждений. Этим дедукция отличается от интуиции или наглядного представления, природа которого будет выяснена в дальнейшем (см. гл. III). Так как многие свойства и отношения объектов могут быть выражены через посредство их отношения к нашему мышлению, т.-е. в логической форме суждения, то дедукция является в высшей степени ценным приемом мышления. Но ни в каком случае нельзя признать правиль-

ным столь часто практикуемый способ рассуждения, а именно, постоянное внесение интуиции в дедукцию: результаты, полученные таким образом, всегда могут быть оспорены, а тогда вся работа дедукции должна идти на смарку. Например, обращение к чертежу при выводе геометрической теоремы есть уже переход к материи и отвлечение от формы данных суждений. Поэтому современные геометры в строгих дедуктивных рассуждениях признают зависимость рассуждения от чертежа незаконномерной и развивают геометрические системы, не прибегая к чертежам.

Простейшей формой суждения является категорическое суждение существования типа «А есть» или «А существует». Существование может быть понимаемо в различном значении: существование для себя или в представлении субъекта, эмпирическое существование, или существование в наглядном представлении или даже чисто условное существование, как например существование условий в игре и т. д. Но все эти роды существований относятся к материи суждений; форма же суждений существования выражает простую данность, т.-е. то, что объект так или иначе дан нашему мышлению. Таким образом, если мы имеем суждение «А существует» и желаем его применить как посылку для получения выводов, то посылкой в этом случае может быть лишь утверждение простой данности объекта.

Теперь рассмотрим, что выражает форма полного категорического суждения типа «А есть В». В предыдущей статье мы видели, что термины, за исключением собственных имен, соединены с вещами не прямо, а через посредство понятий. Это остается справедливым и относительно терминов, которыми выражены субъект и предикат суждения. Всякое предложение, следовательно, прежде всего и непосредственно означает соединение двух понятий. Но уже Д. С. Милль показал, что такое толкование предложений не имеет ничего общего с их действительным смыслом: если в уме судящего лица и соединяются два понятия, то эти понятия служат только средством для того, чтобы высказать нечто о вещах. Если дано предложение «золото желто», то это значит, что способность возбуждать впечатление желтого цвета утверждается относительно внешнего объекта; но было бы бессмысленно толковать указанное предложение так, что идея золота сопровождается идеей желтизны.

Дальнейший анализ приводит Милля к тому, что смысл предложения сводится к утверждению сосуществования двух явлений: «Так, в предложении «все люди смертны» слово «люди» соозначает те признаки, которые мы приписываем известного рода живым существам на основании некоторых обнаруживаемых ими явлений. Признаки эти суть отчасти явления физические: а именно впечатления, производимые на наши органы чувств телесною формою и строением, отчасти же духовные явления: а именно чувственная и умственная жизнь. Все это и разумеет всякий, понимающий значение слова «человек», когда мы произносим перед ним это слово. Если мы теперь скажем «человек смертен», то это будет значить, что везде, где можно найти все эти разнообразные физические и духовные явления, обнаружатся — в этом можно быть уверенным — и другие физические и духовные явления, называемые «смертью». («Система Логики» кн. I. гл. V.)

Обычно недооценивают первые две книги сочинения Милля и переоценивают последующие. Остроумные рассуждения «Об именах и предложениях» и «Об умозаключениях» сохраняют силу и интерес до настоящего времени. Знаменитые же «Четыре метода опытного исследования» вряд ли имели серьезное значение даже в момент своего появления. (См. далее гл. IV наст. соч. «О методах эксперимента».)

Теперь обратимся к нашей терминологии. Понятие, как сказано, представляет собою группу условий, предъявляемых для испытания объектов. Термины А и В относятся к объектам, подходящим под понятия, хотя непосредственно и связаны с понятиями. Поэтому смысл суждения «А есть В» может быть выражен так: факт удовлетворения условий, обозначенных буквою А, сопровождается удовлетворением также других условий, обозначенных буквою В. Так как факт удовлетворения объектами каких-либо условий можно назвать явлением, то указанное толкование совершенно согласно со взглядами Милля и только выражено более точно. Если же нужно было выразить мысль: *п р е д ъ я в л е н и е* условий, обозначенных буквою А, сопровождается *п р е д ъ я в л е н и е м* условий, обозначенных буквою В, — то нельзя было бы говорить просто об «А и В», но о понятии А и о понятии В. Таким образом суждение есть суждение о вещах, если не оговорено совершенно точно, что оно относится к понятиям.

Однако сосуществование явлений Милль понимал или как сосуществование в пространстве или как совпадение двух состояний сознания во времени. Сосуществование в этом смысле относится к материи суждения, так как оно есть наглядное отношение объектов между собою; поэтому на-ряду с сосуществованием Милль должен был поставить последовательность, причинность и проч. Но форма суждения «А есть В» выражает лишь следующее: если дано А, то дано также и В; если В не дано, то и А не может быть дано; если А не дано, то В может быть дано или не дано; если В дано, то А может быть дано или не дано. Вкратце это может быть выражено так: А не может быть дано без В, или А дано п о д у с л о в и е м В. Следовательно, объективное сосуществование явлений А и В выражается логически через посредство сосуществования двух суждений о данности явлений А и В: А сосуществует с В — это значит, что А нам дано под тем условием, что дано и В. Отношение сосуществования между суждениями весьма сходно с отношением логического основания и следствия, но отличается от последнего тем, что основывается не на законе противоречия, но на необходимости эмпирического характера. Таким образом под «сосуществованием» я здесь подразумеваю логическое отношение, т.-е. нечто совершенно иное, нежели то, что понимал Милль под этим термином; например: сосуществование в том смысле, как понимал Милль, обратимо (и в этом недостаток его анализа предложения), тогда как логическое отношение сосуществования необратимо.

Но в категорических суждениях сосуществование нам дано на основе тождества. В самом деле, если удовлетворение условий А сопровождается удовлетворением условий В, то именно потому, что объект, удовлетворяющий условиям А, есть тот же самый объект, что и удовлетворяющий условиям В. Если присутствие признаков человека сопровождается всегда явлением смертности, то это происходит потому, что объект, удовлетворяющий признакам человека, есть тот же самый объект, который смертен. Но тождество есть логическое отношение: оно показывает, что некоторый объект дан нам дважды, как выполняющий различные функции. Следовательно, тождество также может быть выражено самой формой суждения.

Итак, существование, сосуществование и тождество — вот три значения, в которых может быть употреблена связка

«есть», вместе с тем это есть то, что может быть выражено в форме категорических суждений, т.-е. может быть в них утверждаемо или отрицаемо. Нечто дано, нечто дано под условием данности другого, нечто дано дважды—эти отношения, собственно, только и могут служить посылками для дедуктивных умозаключений; все остальное относится к материи суждений.

В полном категорическом суждении нам даны два логических отношения — сосуществование и тождество; категорическое суждение, стало быть, можно понимать в двояком смысле: сосуществование между признаками субъекта и предиката мы назовем смыслом суждения, рассматриваемого по содержанию; частичное тождество между субъектом и предикатом назовем смыслом суждения по объему. Для выведения следствий из категорического суждения, для применения последнего в качестве посылки силлогизма надо иметь в виду и тот и другой смысл суждения: понимая категорическое суждение в каком-либо одном смысле, например, только по содержанию или только по объему, мы тем самым уменьшаем число следствий, которые могут быть выведены из суждения.

Но пониматься в двойном смысле могут только те суждения, субъектом в которых служит общее имя. Категорические суждения, имеющие субъектом собственное имя, могут пониматься только в одном значении, а именно в смысле тождества по объему. В самом деле, собственные имена связаны с объектами непосредственно, минуя признаки, а общие имена, как мы видели (II, 1) связаны с объектами косвенно через посредство понятий, откуда и вытекает необходимость двух значений при соединении терминов в суждение.

Однако не во всех случаях сосуществование может быть сведено на тождество. Возьмем суждение «движение электрического заряда связано с возбуждением магнитного поля». Оба сосуществующие явления остаются совершенно самостоятельными и отличными друг от друга. Такие суждения следует выражать в форме условных суждений.

В конце концов разница между категорическими суждениями типа «А есть В» и условными типа «если А есть, то и В есть» сводится к следующему: форма суждения «А есть В» выражает не только отношение сосуществования между А и В, но и отношение тождества: А и В не суть совершенно различные явле-

ния; в основе того и другого лежит один и тот же объект, рассматриваемый с различных сторон. Между тем форма условного суждения выражает только отношение сосуществования между А и В и ничего более.

Известно, что категорические суждения могут быть преобразованы в условные и обратно; но для каждого данного суждения может быть указана наиболее подходящая и удобная для него форма. Так, суждение «человек смертен» можно преобразовать в форму: «если некто есть человек, то он смертен». Однако в этой новой форме мы утрачиваем тождество, сохраняя только сосуществование; вернее, тождество переходит в материю суждения, утрачиваясь все-таки как посылка для вывода. Подстановка на основании закона тождества, о которой будет речь далее, окажется уже невозможной. Если же из суждения, выраженного в новой форме, мы пожелаем получить все те выводы, которые возможны были раньше, то мы должны будем прибегнуть к помощи интуиции. В приведенном ранее примере форма суждения выражала тождество между движением электрического заряда и вещью, связанною с возбуждением магнитного поля; но указанное тождество никому и ни на что не нужно, как посылка; в то же время ценное для выводов сосуществование двух различных явлений принадлежало к материи суждения. Чтобы выразить сосуществование посредством формы, необходимо преобразовать суждение в условное: «если движется электрический заряд, то возбуждается магнитное поле». Условная форма естественна для данного суждения: выражая его ранее в форме категорической, мы утрачивали сосуществование между различными явлениями и приобретали тождество, которое было бесполезно. По той же причине математические суждения выражаются преимущественно в условной форме (если углы равны, то и стороны равны), а не категорической (равенство углов соединено с равенством сторон), так как в противном случае сосуществование различных отношений переходило бы в материю суждения и пропадало для формальных выводов. Форма условного суждения иногда выражает не сосуществование, но несовместимость, как, например, в суждении: «если А есть, то В нет». Однако с чисто логической стороны в отношении несовместимости нет ничего нового по сравнению с отношением сосуществования. В последнем примере А дано под условием отсутствия В; следовательно, отношение

несовместимости можно рассматривать, как частный случай отношения сосуществования.

Условное суждение по большей части выражает сосуществование полных категорических суждений и представляет собою суждение типа «Если А есть В, то С есть D».

Суждение типа «А есть или В или С» называется разделительным. То отношение, которое выражает его форма, можно назвать отношением разделения. Отношение разделения можно свести к отношению сосуществования и несовместимости, данным вместе. Разделительное суждение можно свести к совокупности двух, несводимых друг к другу условных суждений: «Если А есть В, то А не есть С» и «Если А не есть В, то А есть С». Из этого следует, что разделительное суждение не может быть сведено к одному условному, так как при этом утрачивается, т.-е. переносится в материю суждения, или отношение сосуществования, или отношение несовместимости. Если же мы условное суждение превратим в разделительное—например, скажем: «или А не есть В, или С есть D»,—то форма выразит более того, что имеется в суждении, а именно, отношение несовместимости, которого в ней нет. Мы опять-таки должны будем корректировать дедукцию интуицией, чтобы не притти к ложным выводам.

Отношение разделения, как сказано, сводится к отношениям сосуществования и несовместимости; но несовместимость, взятая в логическом смысле, есть частный случай сосуществования; отношение разделения, следовательно, целиком сводится к отношению сосуществования. Таким образом, рассмотрение условных и разделительных суждений не дало нам никаких новых отношений, которые бы могли быть выражены формой суждения. Легко убедиться, что других подобных отношений и не может быть. В самом деле, если мы отвлечемся от всех отношений объектов между собою, то останется только следующее: или объект нам дан безусловно (существование), или он дан нам под некоторым условием (сосуществование и несовместимость), или он дан нам два или более раза (тождество).

Что касается отношений «А после В», «А больше В», «А причина В» и т.п., то они вовсе не могут быть выражены посредством формы суждений. Если изложить приведенные суждения, не прибегая к сокращениям, то они примут следующий вид: «А есть вещь следующая за В», «А есть вещь большая В», «А есть вещь,

служащая причиною В» и т. д., откуда ясно видно, что отношения последовательности, причинности и все подобные отношения объектов между собою принадлежат к материи суждения.

3. ЗАКОНЫ МЫШЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Если даны в качестве посылок какие-либо суждения, то формальные выводы из них можно получить путем применения законов мышления. Законы мышления — это основные принципы дедукции; всякие дедуктивные рассуждения сводятся, в конечном счете, к ряду последовательных применений законов мышления; все силлогизмы, как мы увидим далее (см. след. статью II, 4), являются только частными случаями применения законов мышления.

Законы мышления могут быть сформулированы так:

Закон тождества: А есть А. То, что дано—дано.

Закон противоречия: А не есть не А. Данное не может быть неданным...

Закон исключенного третьего: нечто есть А или не А. Объект может быть дан или не дан...

Все три правила просты и самостоятельны, и ни одно из них не может быть сведено к другому. Так, от утверждения к отрицанию отрицания можно умозаключать согласно правилу 2-му, но от отрицания отрицания к утверждению можно заключать, только принимая во внимание правило 3-е. Отрицание отрицания не есть что-либо третье, самостоятельное, отличное от утверждения — в этом смысл закона исключенного третьего. Поэтому, когда Зигварт или Липпс выводят закон исключенного третьего из закона противоречия, стремясь представить его, как обратную сторону закона противоречия, то все же ясно видно, что при подобном выводе последнее из вышеприведенных положений молчаливо подразумевается.

Так как всякие дедуктивные заключения сводятся к применению указанных законов мышления, и так как дедукция должна исключать интуицию, то законы мышления сами не должны содержать в себе интуитивных элементов. Прежде всего закон тождества не должен иметь никакого отношения к содержанию суждений. Например, на основании закона тождества нельзя усмотреть тождества величины двух частей равенства $a(b-c) = ab-ac$, так

как здесь дело идет не о форме символического выражения, а об изменении порядка действий. Пусть нам дано суждение «все люди смертны». Форма этого суждения, как показано, выражает тождество между людьми и некоторыми смертными существами; но справедливо ли это тождество — нельзя усмотреть на основании закона тождества, так как для этого надо обратиться к опыту.

Законы противоречия и исключенного третьего также не могут применяться к рассмотрению содержания суждений. На основании закона противоречия нельзя вывести, что белое не есть черное, но только, что белое не есть небелое. На основании закона исключенного третьего нельзя вывести, что линия должна быть или прямая или кривая, но только, что линия должна быть прямая или непрямая. Также не имеет отношения к формальным законам противоречия и исключенного третьего постепенное изменение вещей и незаметный переход одного качества в другое. Без помощи интуиции противоречие усматривается не в содержании суждений, но в том, что суждения, тождественные по содержанию терминов, различны по качеству.

Таким образом, законы мышления должны рассматриваться как простые формальные правила; при совершении дедуктивных заключений мышление должно следовать только этим трем правилам и никаким другим. Следуя указанным правилам, мы можем выводить следствия из посылок и в том случае, когда значение терминов суждений нам совершенно неизвестно; если же последнее известно, то мы все же должны отвлечься от этого значения и умозаключать только из того, что выражает форма суждений.

Пусть нам даны суждения: « X есть Y » и « X не есть Y ». Первое суждение выражает тождество между X и некоторым Y . Поэтому, подставляя где-либо «некоторое Y » на место X , мы не вносим никакого произвольного изменения в данные нам посылки. В самом деле, объект, удовлетворяющий условиям X , есть тот же самый объект, что и удовлетворяющий условиям Y . Следовательно, заменяя объект им же самим, только иначе обозначенным, мы только следуем правилу « A есть A ».

Совершив подобную подстановку в суждении « X не есть Y », мы получаем: «некоторое Y не есть Y . Согласно второму правилу, последнее суждение мы должны отвергнуть; значит нужно отвергнуть или правильность подстановки, т.-е. первое суждение,

или же второе суждение. Но оба суждения не могут быть отвергнуты. Суждение отвергается тем, что ставится частица «не» перед его связкой. Следовательно, отвергая суждение « X есть Y », мы принимаем суждение « X не есть Y ». Отвергая последнее, мы на основании правила (3) через двойное отрицание приходим опять к суждению « X есть Y ». Итак, из двух противоречивых суждений одно должно быть отвергнуто и одно принято.

Переход от мысли к ее отрицанию через одно лишь внесение «не», а также непосредственное применение законов мышления к суждениям возможны с тем ограничением, если мысль выражена в предложении совершенно просто и адекватно, или, как выражается проф. Введенский, если строй предложения соответствует строю суждения. Если же последнего нет, то предложение нужно преобразовать так, чтобы оно адекватно выражало суждение — в противном случае невозможно заключать, не прибегая к интуиции.

В общих и частных суждениях традиционной логики мысль выражена не адекватно; для того, чтобы сделать необходимые преобразования, надо принять во внимание значение терминов «все» и «некоторые». Термин «все» равносителен выражению «без единого исключения»; мы его употребляем в том случае, если желаем выразить, что отрицательное суждение невозможно. В том случае, если круг объектов ограничен, возможность отрицательного суждения исключается простым перечислением — напр., «все наши дома». Если же круг объектов неограничен, то исключение возможности отрицательного суждения является обобщением: не находя нигде фактов, обосновывающих отрицательное суждение, мы заключаем, что такие факты невозможны. К общеутвердительному суждению мы приходим через отрицание отрицания (см. I, 7). Смысл суждения «все люди смертны», рассматриваемого по объему, сводится к тому, как это указывается в традиционной логике, что объем понятия «человек», взятый в целокупности, т.-е. без единого исключения, тождествен с частью объема понятия «смертный». Но то же суждение должно быть рассматриваемо также по содержанию. В этом втором смысле прибавление словечка «все» сводит содержание суждения к уничтожению возможности исключений, т.-е. возможности отрицательного суждения: «признаки человека не могут быть соединены с бессмертием». Термин «некоторые» мы употребляем

в том случае, если при рассмотрении обстоятельств мы абстрагируем от всех индивидуальных особенностей обстоятельств, останавливаясь только на соотношении признаков, которые мы находим в рассматриваемых обстоятельствах. Рассматриваемый по объему термин «некоторые» выражает часть объема общего понятия. По содержанию частное суждение заключает в себе только некоторое соотношение между признаками. Но так как указанное соотношение между признаками не связано с отрицанием возможности отрицательных суждений, то оно само выражает только возможность соединения признаков. Суждение «некоторые люди смертны», рассматриваемое по содержанию, выражает лишь следующую мысль: «признаки человека могут быть соединены со смертностью».

Сравним теперь по содержанию обще-утвердительное и частно-отрицательное суждения: «все люди смертны» и «некоторые люди бессмертны». Первое выражает следующую мысль: «свойства (или признаки) человека не могут быть соединены с бессмертием», а второе: «свойства человека могут быть соединены с бессмертием». Оба суждения, приведенные к такой форме, отличаются только по качеству, и каждое из них относится к другому, как мысль к своему отрицанию. Из двух этих суждений одно должно быть принято, а другое отвергнуто.

Точно так же относятся обще-отрицательное и частно-утвердительное суждения.

Сравним еще обще-утвердительное и обще-отрицательное суждения «Все люди смертны» и «все люди бессмертны». Посредством простой подстановки получаем: «некоторые смертные бессмертны», что показывает несовместимость подобных суждений.

Частно-утвердительное суждение «некоторые люди смертны» мы не можем отвергнуть, не отвергнув также суждения «все люди смертны». В самом деле, мы видели, что отрицанием частно-утвердительного суждения является обще-отрицательное, а это последнее несовместимо с обще-утвердительным, следовательно, частно-утвердительное суждение является необходимым условием обще-утвердительного; иными словами, обще-утвердительное и частно-утвердительное суждения относятся между собою как основание и следствие. Точно так же относятся обще- и частно-отрицательные суждения.

Частно-утвердительное и частно-отрицательное суждения не могут быть оба отвергнуты, так как тогда бы пришлось признать их отрицания: обще-отрицательное и обще-утвердительное суждения. Все указанные отношения между суждениями можно свести в так называемый логический квадрат из четырех суждений:

А (общ.-утверд.) Е (общ. отриц.)

І (част.-утв.) О (част.-отр.).

А и О, І и Е — противоречащие: относятся как мысль и ее отрицание.

А и Е — противные: не могут быть вместе приняты.

І и О — подпротивные: не могут быть вместе отвергнуты.

А и І, Е и О относятся как основание и следствие.

Установив указанные соотношения между общими и частными суждениями непосредственным применением законов мышления, мы можем теперь перейти к рассмотрению силлогизмов.

4. УМОЗАКЛЮЧЕНИЯ

Если нам даны два суждения: «Все люди смертны» и «Сократ человек», то суждение «Сократ смертен» будет следствием этих посылок: в самом деле, суждение «Сократ смертен» нельзя отрицать, не отрицая в то же время которой-либо из посылок. Меньшая посылка содержит в себе следующее тождество: «Сократ есть то же самое, что и некоторый человек». Путем простой подстановки мы превращаем суждение «Сократ смертен» в суждение «Некоторый человек смертен»: а мы только что видели, что последнее суждение (І) нельзя отвергнуть, не отвергая в то же время общего суждения «Все люди смертны» (А). Итак, отвергая выводное суждение, мы должны отвергнуть или большую посылку, или возможность подстановки, т.-е. меньшую посылку; из этого видно, что суждение «Сократ смертен» является необходимым условием, т.-е. следствием своих посылок.

Английские логики впервые указали, что в суждении заключается тождество по объему, а именно, объем субъекта в суждении тождествен с частью объема предиката. Вопрос этот разработан в книге Стенли Джевонса («Основы Науки», русск. перев. Антоновича, см. гл. IV). Джевонс получает вывод из посылок при помощи одной только подстановки. Основываясь на том, что большая посылка заключает в себе частичное тождество между

терминами «человек» и «смертный», Джевонс делает подстановку в меньшей посылке и сразу получает вывод «Сократ смертен». Однако такой прием не может быть признан правильным. Термин большей посылки «все люди», термин меньшей — «некоторый человек». Так как тождество в суждении есть тождество по объему, то очевидно, что подстановка невозможна. Если же Джевонс все-таки прибегает к такой подстановке и получает правильный вывод, то он при этом прибегает к интуиции, а вовсе не заключает сообразно закону тождества.

Джевонс приводит следующий пример:

Натрий есть металл (1).

Металл проводит электричество (2).

Натрий проводит электричество (3).

Указанному силлогизму Джевонс придает форму соотношения между частными тождествами:

Натрий — натрий металл (1).

Металл — металл, проводящий электричество (2).

и после подстановки (2) в (1) получается:

Натрий — натрий металл, проводящий электричество (3).

Но дело в том, что предложение (1) есть тождество по объему, т.-е. термин «металл» в предложении (1) взят в том же объеме, что и «натрий». Следовательно, «металл» предложения (1) и металл предложения (2) имеют различный объем, почему подстановка на основании закона тождества является невозможной. Из рассмотрения объемов понятий можно что-нибудь вывести, только прибегая к интуиции. Всю концепцию Джевонса следует признать неправильной. Силлогизм нельзя свести к одному лишь закону тождества, так как он, главным образом, обосновывается законом противоречия.

Здесь нас менее всего должен интересовать вопрос, каким образом получается вывод из посылок. Пусть вывод из данных посылок просто угадывается — как это и бывает почти всегда на самом деле — вопрос совершенно не в этом, а в том, чтобы убедиться, что выводное суждение действительно вытекает из посылок, т.-е. является их условием. Последнее достигается, как показано, последовательным применением законов тождества и противоречия; при этом имеет значение как тождество, так

и сосуществование, выражаемое формой категорических суждений.

Мы рассмотрели модус «Barbara»: модус «Celarent» не вносит ничего нового. Дело в том, что всякое суждение может быть представлено как в отрицательной, так и в утвердительной форме. Если нам дано предложение: «Ни одно А не есть В», то оно может быть преобразовано в предложение «Всякое А есть non В», причем оба предложения выражают одно и то же. Преобразовав таким образом большую посылку и выводное суждение рассматриваемого модуса, мы убеждаемся в правильности вывода тем же приемом, что и при «Barbara». Модусы «Darii» и «Ferio» проверяются тем же самым приемом, надо только иметь в виду осложнение, которое вносится термином «некоторые». Например, если даны суждения «некоторые А суть В» и «некоторые А суть С», то «некоторые А» в различных суждениях могут обозначать или те же самые или различные объекты. Поэтому подстановка в двух частных суждениях, вообще говоря, непосредственно невозможна. Но если можно указать третий термин, который может замещать «некоторые А» как в том, так и в другом суждении, то подстановка возможна. Например, в силлогизме:

Все трудное преодолевается усилием.
Некоторые книги трудны,

следовательно: Некоторые книги преодолеваются усилием,

— можно указать термин «трудные книги», который связывает частные термины в меньшей посылке и заключении.

По отношению к каждому модусу остальных фигур точно так же не трудно найти соответствующую подстановку, при помощи которой возможно убедиться, что отрицать вывод нельзя, не отрицая посылок. Общий прием проверки вывода сводится, таким образом, к следующему: одна из посылок рассматривается по объему, и делается подстановка в выводное суждение; суждение, полученное в результате подстановки, рассматривается по содержанию и сравнивается с другой посылкой. Чтобы проверку всех модусов свести к однообразному приему, можно приводить все силлогизмы к модусам первой фигуры. Подобное приведение возможно посредством применения «Conversio» и «Obversio» к посылкам. «Conversio» основывается на том, что отношение тождества по своей природе взаимно; этого нельзя сказать об

отношении сосуществования, которое также содержится в суждении. Поэтому, применяя «*Conversio*», мы сохраняем тождество, но утрачиваем сосуществование. «*Obversio*» основано на законе исключенного третьего и состоит в том, что утверждение выражается посредством двойного отрицания. Так как в логике обычно указываются те приемы, посредством которых силлогизмы приводятся к модусам первой фигуры, то сказанного о категорических силлогизмах я считаю достаточным.

Перейдем к условным силлогизмам и рассмотрим *modus ponens*.

Если А есть, то и В есть;
 Но А есть,
 следовательно, и В есть.

Правильность вывода можно проверить следующим образом: попробуем отрицать выводное суждение и допустим, что «В нет». Мы имеем два суждения: «А есть» и «В нет», факт наличия этих двух суждений выражается суждением «А не сосуществует с В». Между тем форма условной посылки выражает не что иное, как то, что А сосуществует с В. Итак, мы должны теперь отрицать одно из двух: или сосуществование А и В или же существование А, что и показывает, что суждение «В есть» действительно вытекает из посылок. Точно так же проверяется и *modus tollens*.

Рассмотрим еще силлогизм типа:

Если А есть, то и В есть.
 Если С есть, то и А есть.
 Следовательно: Если С есть, то и В есть.

Нетрудно видеть, что этот силлогизм сводится к двукратному применению «*modus ponens*». Выводное суждение выражает отношение сосуществования между С и В. Попытаемся отрицать это отношение.

Для этого нужно допустить, что «С есть», но «В нет». Но из посылки «С есть» и из посылок силлогизма путем двукратного применения «*modus ponens*» мы получаем вывод «В есть» и приводим отрицание выводного суждения к противоречию.

Разделительное суждение сводится, как было показано, к двум условным; следовательно, и проверка разделительного силлогизма сводится к проверке условных силлогизмов.

Мы видели, что форма суждений может выражать только отношения тождества, существования, сосуществования, несовместимости и разделения (при чем, в конечном счете, получается только тройкого рода отношения); следовательно, умозаключать можно только из этих отношений и ни из каких других. Заключение из всех перечисленных отношений могут быть сведены к какому-либо из рассмотренных типов силлогизма. Это значит, что нет никаких внесиллогистических умозаключений.

5. ЛОГИЧЕСКОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Классической дедуктивной логике иногда противопоставляют логическое исчисление, или алгебру логики, или логику, как это исчисление иначе называют. При этом утверждают, что в логическом исчислении вводятся новые принципы умозаключений, неизвестные классической логике, а старые принципы умозаключений уточняются. На деле это все оказывается неверным. Не возражая по существу против возможности развивать логику в алгебраической форме, мы не находим, однако, в логическом исчислении ни одного нового принципа, которого не было бы в силлогизмах обычного типа.

Возьмем основное соотношение логического исчисления — отношение связи вывода, которое признается неопределимым. Легко видеть, что это знакомое уже нам отношение логического сосуществования, содержащееся в условных суждениях. В самом деле, предложение « p следовательно q » означает следующее:

- если дано p , то дано и q ;
- если q не дано, то не дано и p ;
- если дано q , то p под сомнением;
- если p не дано, то q под сомнением;

Ничего другого в этом предложении « p следовательно q » не содержится. Но это и значит, что « p дано под условием q ». Всякие интерпретации вроде следующих: «если p истинно, то q истинно», или «если q ложно, то p ложно»; или «не может быть p истинным и q ложным»; или: «либо p ложно, либо q истинно»¹⁾ — все это только различные стороны того факта, что предыдущий член дан под условием последующего.

¹⁾ См. Кутюра Фил. «Принц. Мат.», стр. 12.

Точно так же «логическая сумма» двух предложений или альтернативное утверждение их сводится к отношению сосуществования. Отношение « p или q » включает в себе следующее:

если p не дано, то q дано;
 если q не дано, то p дано;
 если p дано, то q под сомнением;
 если q дано, то p под сомнением.

Это все может быть выведено из одного отношения сосуществования: «не p дано под условием q », или «не p ., следов., q ».

В этом отношении альтернатива классической логики более содержательна, нежели «логическая сумма» логического исчисления; альтернатива « p или q », взятая в смысле, принятом в классической логике, не может быть сведена к одному отношению сосуществования, но включает в себе два не эквивалентных отношения: « p , след., не q » и «не p , след., q ».

Теперь рассмотрим отношения принадлежности к классу, как, например, предложение: «частный термин k принадлежит к классу a ». Во-первых, следует указать, что связка отношения «принадлежит к классу» не определяет термин k , как индивид, и термин a , как класс, но только повторяет то, что уже заключено в содержании терминов. Во-вторых, отношение принадлежности к классу есть воззрительное, а вовсе не логическое отношение и, след., как такое, не пригодно для логических выкладок. Но в указанном отношении скрыто отношение частичного тождества: «термин k тождествен с некоторым членом класса a » или « k есть член класса a ». Только это частичное тождество и может быть посылкой для умозаключений, а никак не самое отношение принадлежности к классу. Только теперь становится понятным, почему отношение «принадлежности к классу» непереходно:

y принадлежит к классу z .
 x принадлежит к классу y .

Указанные предложения равносильны следующим:

класс y есть член класса z
 x есть член класса y

Заключение невозможно, так как средний термин не одинаков: в первом предложении — класс y , во втором — некоторый член

класса y . В логическом же исчислении непереходность отношения принадлежности к классу принимается как постулат.

Так как указанные тождества имеют частичный характер, то умозаключать можно, только комбинируя эти последние отношения с отношениями сосуществования; комбинация сосуществований и тождеств дает, как мы видели, категорические силлогизмы (II, 4).

Логическое исчисление ставит своей задачей сокращение числа первых принципов и понятий до наименьшего возможного количества. В этом отношении классическая логика имеет вполне определенное преимущество. Мы видели, что все формы умозаключений сводятся к применению трех законов — тождества, противоречия и исключенного третьего — к троякого типа утверждениям: существования, сосуществования и тождества.

Между тем в логическом исчислении мы находим целый ряд принципов, совершенно лишних и во всяком случае являющихся производными. Возьмем, например, принцип подстановки: «В общей формуле можно подставлять на место общего или неопределенного термина частный или индивидуальный термин»¹⁾.

Но дело совсем не в том, что можно вставлять в общую формулу частные термины. Дело в том, что общая формула имеет значимость под условием значимости частных формул. Следовательно, дело в том, что между частными терминами невозможны отношения, противоречащие отношениям, данным в общей формуле, если указанные частные термины обнимаются общими. Но отвергнуть отношения между частными терминами, несовместимые с общей формулой, можно только на основании закона противоречия. Таким образом без закона противоречия принцип подстановки в том виде, как он трактуется в логическом исчислении, был бы совершенно бесполезен. Но раз принят закон противоречия, то принцип подстановки²⁾ вовсе не нужен как самостоятельное допущение.

То же самое можно сказать о так наз. «принципе силлогизма»: «Если из p следует q , а из q следует r , то из p следует r ». Применение этой формулы к частным случаям невозможно без закона

1) К у т ю р а. «Принц. Мат.», стр. 15.

2) Не надо смешивать с подстановкой на основе закона тождества.

противоречия. Но также и сам принцип может быть выведен из закона противоречия (II, 4).

Легко видеть, что по отношению к остальным многочисленным принципам, которые мы находим в логическом исчислении, как-то: принцип упрощения, принцип составления, принцип дедукции и т. д. — можно сказать буквально то же самое, что все они не могут быть применены к частным случаям без закона противоречия, и сами основываются на законах противоречия и тождества.

«Исчисление отношений» точно так же не вносит ровно ничего нового, так как отношения являются терминами умозаключений, а вовсе не их принципами. Между отношениями имеют место те же самые сосуществования и тождества, как и между всякими другими терминами. «Отношение R следовательно отношению S» — здесь посылкой служит не отношение R и не отношению S, но отношение сосуществования между ними.

Для умозаключений пригодны только так наз. переходные отношения и пригодны именно потому, что они могут быть сведены к отношениям сосуществования. Переходные отношения, взятые сами по себе, воззрительны и потому в качестве посылок непригодны.

Пусть нам даны посылки «А больше В» и «В больше С» или же посылки «А вправо от В» и «В вправо от С», из этих посылок нельзя сделать никакого формального вывода. Присоединить третье отношение «А больше С» или «А вправо от С» к двум данным можно только, прибегнув к помощи наглядного представления.

Геометры никогда и не прибегают к таким умозаключениям. В современной математике всегда выставляются, как основные постулаты, такие предложения: «Если А больше В и В больше С, то А больше С». Иными словами, одновременная справедливость обоих предложений $A > B$ и $B > C$ может быть дана только под условием предложения $A > C$. Это и значит, что переходные воззрительные отношения сводятся к отношению сосуществования, так как только в этой форме они могут служить посылками. Теперь в каждом частном случае вывод возможен без обращения к интуиции, путем сравнения частной формулы с общей и применения закона противоречия.

После того как важнейшие переходные отношения будут сведены к отношению сосуществования и выражены в ка-

честве постулатов, математическая система не будет нуждаться в каком-либо вмешательстве интуиции и будет развиваться в дальнейшем строго дедуктивно.

Точно так же, если равенство определить как геометрическую конгруэнтность, то вывод из отношения $A=B$, $B=C$ невозможен: присоединить третье отношение $A=C$ можно только при посредстве интуиции. Но если равенство определяется как численное тождество, тогда вывод возможен посредством простой подстановки; но при этом остается синтетическим суждением а priori конгруэнтность равных величин.

В схоластической логике суждение рассматривалось, как включение объема подлежащего в объем сказуемого. Но включение объемов есть воззрительное отношение, и, следовательно, формальный вывод из двух отношений включения невозможен. Поэтому было вполне логично видеть основание вывода в аксиоме *dictum de omni et nullo*; при этом указанная аксиома служит большей посылкой, а совокупность двух данных включений — меньшей. Примером явного обращения к интуиции служит вывод: «большинство В суть С, большинство В суть А, след. некоторые С суть А».

В итоге возможность логики отношений рисуется в следующем виде: если не дано переходных отношений между терминами, то надобно отыскать переходные отношения между отношениями. Указанные переходные отношения необходимо свести далее к отношениям сосуществования, а последние выразить в форме постулатов.

Но это значит, что отношения не дают никаких новых принципов умозаключений, неизвестных в классической логике. Формальные заключения из каких бы то ни было отношений или сводимы к силлогизму или невозможны.

6. О ЗАДАЧАХ ЛОГИКИ

Силлогизмы, как показано, не являются самостоятельными принципами дедукции и сводятся к применению законов мышления.

Обычно наряду с рассмотренными законами мышления ставят также закон достаточного основания. Но последний отличается от первых тем, что он вовсе не формальный закон. Нелепо

было бы думать, что закон достаточного основания может относиться безразлично к содержанию суждений подобно первым трем законам мышления.

То, что обычно в логике подразумевается под законом достаточного основания, есть не что иное, как принцип интуитивной очевидности вообще. Иногда считают, что следствия вытекают из посылок, согласно закону достаточного основания. В этом случае закон достаточного основания покрывал бы собою три другие закона мышления и являлся бы верховным принципом познания. Но в логике естествознания интуитивная очевидность не может быть признана таким верховным критерием. Поэтому принцип, аналогичный закону достаточного основания, здесь мог бы быть выражен так: всякое суждение должно опираться на достаточное количество фактов, как на свои следствия.

Если некоторые математики желают развивать чисто идеальные дедуктивные системы, независимые от интуиции и от эмпирической действительности, то все же должно быть указано, почему взяты те, а не другие посылки. Но и математики на указанный вопрос могут дать только следующий ответ: данные постулаты взяты потому, что их следствия имеют важные применения или интересные интерпретации. Закон достаточного основания имеет место в том случае, если выбором посылок руководит интуиция. Но к формальной логике указанный закон все же не относится, так как формальная логика не может выбирать посылок, но только дедуктивно развивать посылки, которые почему-либо даны.

Все, что может дать интуиция, должно быть выражено в посылках; далее должна быть применена дедукция, вполне свободная от вмешательства интуиции, основанная на применении формальных законов мышления. Догматическая логика рассматривала дедукцию как действительное доказательство и видела задачу дедукции в том, чтобы вывести неочевидные суждения из очевидных; очевидные же суждения рассматривались как безусловно достоверные. Поэтому не находили беды в том, если в процесс дедукции интуиция вносила свой корректив. В самом деле, дает ли интуиция посылки или помогает при получении выводов — в обоих случаях она является источником всякой достоверности. Примером такой не строго проведенной дедуктивной

системы может служить система геометрии Евклида. Но в предшествующей главе выяснено, что синтетические априорные суждения не обладают безусловной достоверностью и имеют лишь значение допущений. Поэтому нужно стремиться делать возможно меньшее число допущений, допускать только то, без чего безусловно нельзя обойтись. А главное, надо точно знать, что именно мы допускаем; между тем вмешательство интуиции в дедукцию представляет собою худший вид допущений — безотчетное допущение, когда мы делаем допущение незаметно для самих себя.

Только строгое применение формальных законов мышления дает гарантию того, что дедукция ничего постороннего не внесла в данные посылки; мышление, рассматривающее только форму посылок, развивает последние, не прибавляя ничего от себя к их материалу. Если вывод сделан ошибочно и заключение не вытекает из посылок, — это равносильно тому, как если бы к данным постулатам произвольно присоединили новое самостоятельное суждение. Если в результате ошибки выводное суждение не только не вытекает из посылок, но и противоречит им, — это значит, что один из данных постулатов произвольно отвергается. И только в том случае, если выводы всюду правильны, ничто не вносится произвольно в систему данных постулатов и ничто в ней не отвергается.

К этому сводится задача формальной логики; но из всего вышесказанного тем очевиднее вытекает, что логика, взятая в целом, ни в каком случае не может быть ограничена своею формальною частью.

Выводы формальной логики дают нам не материально истинные суждения, а только лишь суждения, вытекающие из своих посылок. При помощи законов мышления и основанных на них силлогизмов неочевидные суждения можно представить, как необходимые условия непосредственно очевидных суждений. По отношению к математике также остается в силе положение: нет никаких априорных доказательств (см. также I, 2).

Силлогизмы дают право переходить от одних суждений к другим и служат для проверки рассуждений, посредством сведения их к некоторым суждениям, принятым за истинные. Но какие суждения приняты за истинные и на каком основании — это уже выходит из рамок формальной части логики, но не логики как учения о доказательстве. Точно так же пассивны законы мышления к методам доказательства — дедуктивному или индуктивному.

Покуда думали, что дедукция является доказательством и притом единственно возможным доказательством, формальная логика могла исчерпывать собою все учение о доказательстве, и, можно сказать, всю логику вообще. Но как мы видели, формальная логика, хотя и необходима в процессе доказательства, но сама по себе относится к доказательству безразлично; безразлично относится к тому, достоверны или же ложны наши исходные суждения, безразлично и к тому, основания или следствия мы считаем критерием истины. Поэтому формальная логика является только частью учения о доказательстве. В учение о доказательстве должна входить также оценка логических форм, как и при каких условиях они могут быть рассматриваемы как действительные доказательства; также должно входить учение об истине и о критерии истины, о тех исходных суждениях, которые можно считать безусловно достоверными.

Логика должна давать нам в руки точный критерий, правильно ли мы судим: соблюдение формальных законов логики бесполезно, если оно не может дать гарантии материальной истинности. Поэтому логика, взятая в целом, не может уклониться от указания тех достоверных предпосылок, которые могут служить исходным пунктом для доказательств.

Таким образом, логика естествознания должна ставить себе значительно более широкие задачи, нежели традиционная логика. Выходя из рамок формализма и ставя одной из главных своих задач учение о доказательстве, логика тем самым сливается с теорией познания.

Прежде всего должен быть поставлен вопрос о природе и границах интуиции и о значении последней для познания. Затем логика должна оценивать достоверность исходных посылок каждой науки и те приемы, посредством которых наука доказывает результаты своих открытий.

Но вполне исчерпанной свою задачу логика может считать только тогда, когда она изложит, кроме учения о доказательстве, также *ars inveniendi* (искусство делать открытия), т.-е. методы эксперимента и методы построения гипотез. Наиболее общие понятия естествознания, как, например, причинность, материя, энергия и проч., должны быть рассмотрены в логике, так как то или иное содержание, вложенное в указанные понятия, определяет тот или иной метод разработки наук.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

МАТЕМАТИКА И ОПЫТ

1. МЕТОД МАТЕМАТИКИ

Идеалом математики со времени Евклида является дедуктивная система, в которой все предложения строго логически вытекают из первых предложений — постулатов или аксиом. Система Евклида продолжительное время считалась таким идеалом, и только исследования последнего времени показали, насколько она далека от совершенства в данном отношении. Главным недостатком геометрии Евклида является неполнота списка аксиом, вследствие чего строго дедуктивное развитие системы становится невозможным, и при выводе заключений время от времени приходится обращаться к интуиции. Это придает системе чувственно-наглядный характер; вместо строгих выводов получается постоянное внесение неявных подсознательных допущений.

В настоящее время мы имеем системы геометрических аксиом, удовлетворяющие требованию полноты, из которых, следовательно, все дальнейшие выводы могут быть сделаны при помощи только логических законов тождества, противоречия и исключенного третьего. Все выводы получаются путем чисто формальных преобразований, при чем не только нет необходимости прибегать к интуиции, но и является совершенно излишним, по крайней мере принципиально, — параллельно дедукции наглядно представлять образы тех фигур, о которых ведется рассуждение.

Математическая теория идет и дальше по пути абстракции. Так как никакие наглядные представления не принимаются во внимание при строго логическом развитии системы, то геометрия, стало быть, не является необходимо связанной с какими-либо

наглядными представлениями; последние лишь могут иметь значение случайных, конкретных истолкований геометрической системы; в своей же сущности геометрическая система должна представлять собою чисто абстрактное учение о соотношениях. Один из основателей абстрактной геометрии, Паш, говорит следующее:

«В самом деле, если только геометрия действительно должна быть дедуктивной, процесс умозаключения должен быть повсюду независим от смысла геометрических понятий, как он должен быть независим от фигур: в рассмотрение должны приниматься только отношения между геометрическими понятиями, встречающимися в употребленных положениях или же определениях» («Vorlesungen über neuere Geometrie»).

Спрашивается, как далеко можно идти по пути, указанному Пашем, и к чему мы в конечном счете придем? Без сомнения, по пути абстракции можно идти еще значительно далее. Паш указывает, что умозаключения не зависят от смысла понятий; но умозаключения, равным образом, не зависят и от смысла отношений, так что и последние точно так же можно не принимать в рассмотрение.

Мы видели, что всякие умозаключения сводятся к трем законам мышления, и что умозаключать возможно только из отношений существования, сосуществования и тождества; следовательно, всякие другие отношения можно не принимать в рассмотрение при совершении умозаключений. В самом деле, только транзитивность отношения сосуществования и тождества может быть выведена аналитически (путем подстановки и проч. См. II, 4.) Что касается остальных отношений, то их транзитивность можно установить только при помощи интуиции. Чтобы ввести подобные отношения в математическую систему, необходимо высказать, в качестве постулата, необходимую связь существования между двумя данными отношениями и третьим, напр.: «если существует отношение $a > b$ и $b > c$, то существует также отношение $a > c$ ». Однако, при совершении умозаключений мы не можем принимать во внимание смысл отношений, но только необходимую связь существования между терминами. Мы умозаключаем совершенно так же, как если бы мы имели постулат: «Если дано M , то дано также и N » (см. II, 5). Таким образом, возможно не только отвлечься от смысла понятий, но и от

смысла всех отношений, кроме отношений сосуществования и тождества.

Доведя до логического конца абстрагирование дедуктивной системы, мы приходим к знакомой уже нам истине, что все умозаключения совершаются при помощи чисто формальных преобразований, основанных на трех законах мышления, при чем материал суждений, взятых в качестве посылок, не принимается во внимание.

Здесь существует некоторое недоразумение: математики полагают, что особенности материала их науки делают возможным абстрактное развитие арифметической или геометрической системы; в действительности же таково свойство всяких умозаключений, и оно объясняется тем, что законы мышления относятся безразлично к материалу суждений.

Всякую дедуктивную теорию можно абстрагировать от смысла понятий и отношений, оставив только схему последовательных преобразований, но далеко не во всех случаях это может быть целесообразным. При каких же условиях полезно заменять конкретную теорию абстрактной, и как далеко следует производить подобное абстрагирование? Очевидно, что абстрагирование теории уместно в тех случаях, когда мы находим несколько различных систем конкретных образов, удовлетворяющих тем же самым постулатам, и которые поэтому могут обслуживаться тождественной системой дедукции. Если же мы не находим подобных конкретных и различных между собою интерпретаций теории, то абстрагирование теории является совершенно бесцельным. Из этих соображений вытекает, что, например, геометрия действительно должна быть преобразована в подобную абстрактную систему соотношений.

Данные в интуиции точки, прямые и плоскости удовлетворяют некоторой системе постулатов; но той же системе постулатов удовлетворяет множество других линейных многообразий. Поэтому весьма целесообразно «точки», «прямые», «плоскости» и проч. понимать в абстрактном, не чувственном смысле. Мы имеем в этом случае одну абстрактную теорию, общую для всех линейных многообразий, и выведя какую-нибудь одну абстрактную теорему, мы тем самым получаем неопределенно большее число теорем, связанных с абстрактной теоремой, как ее конкретные истолкования. При этом выступает такая важность строго дедуктивного развития теории; в самом деле, если бы

доказательство зависело от интуитивного рассмотрения какого-либо образа, то перенесение сделанного вывода из одной системы в другую путем простого перевода терминов не было бы возможным. В подобных случаях преимущество абстрактной дедуктивной системы очевидно.

Теперь допустим, что подобное отделение формы математических суждений от материи произведено полностью; мы имеем в качестве первых предложений несколько отношений существования, сосуществования и тождества, причем термины, являющиеся членами отношений, не имеют никакого определенного смысла. Возникает вопрос, как возможно, чтобы подобная система была неисчерпаемой в своих следствиях, чтобы она могла заполнять своими выводами целые томы? Надо принять во внимание, что все в такой системе должно быть выведено исключительно из первых предложений; внесение каких-либо посылок, не зависящих от первых предложений, решительно недопустимо. Условия теорем, которые берутся в качестве посылок при выведении тех или иных заключений, сами, в свою очередь, должны быть выведены из первых предложений. Так, например, для того, чтобы вывести какие-либо теоремы о квадрате, необходимо сперва вывести из первых предложений существование соответствующей фигуры.

Для некоторых исследователей представляется парадоксальной возможность без конца развивать геометрическую систему путем комбинации небольшого числа одних и тех же основных постулатов; они видят в этом (как, например, Милль) серьезную трудность, препятствующую признать геометрию строго дедуктивной системой. Однако, никто не признает парадоксальной возможность делать бесконечное число построений при помощи трех предметов: листа бумаги, карандаша и линейки, и при помощи двух простых операций: — постановки точек и проведения прямых. Но указанные предметы мы можем заменить понятиями, а операции — постулатами существования. Существование точек, существование прямых, определяемых каждой парой точек, существование плоскости, определяемой тремя точками, — вот постулаты, представляющие, так сказать, логический эквивалент бумаги, карандаша и линейки; и всевозможные комбинации и выводы из этих постулатов имеют значение логических эквивалентов построений на бумаге.

Геометрию возможно строить, во-первых, как чисто эмпирическую систему: тогда мы при помощи линейки и карандаша делаем на бумаге построения и затем при помощи измерений и т. п. эмпирических приемов определяем их свойства. Геометрия может быть развиваема и как дедуктивная система, построения при этом заменяются выводами из постулатов. Всякий раз, когда мы берем точку вне линии, мы должны сослаться на постулат, что вне линии существуют точки; когда мы проводим прямую линию через две данные точки, мы должны сослаться на постулат, что через всякие две точки возможно провести прямую и, т. д. Но в дедуктивной системе достаточно только сослаться на постулаты, причем самое выполнение конкретных построений становится излишним. Всякая ссылка на постулаты, таким образом, аналогична построению фигуры или эксперименту над ней. В качестве следствий из постулатов мы можем получить неопределенно большое число абстрактных построений, которые служат посылками при выводе теорем. Развивая далее указанные посылки, мы определяем ближе свойства и соотношения различных классов отношений или абстрактных фигур, аналогичных конкретным образам.

Итак, ничто не препятствует математике быть строго дедуктивной системой, которая развивается формально из немногих основных посылок. Однако, существенную роль в математике играют также обобщения, настолько существенную, что, не прибегая к ним, буквально невозможно сделать ни шагу. Например, исходя из того, что некоторая теорема справедлива для треугольника, четырехугольника, пятиугольника и т. д., мы делаем обобщение и умозаключаем, что данная теорема справедлива для всякого многоугольника; исходя из того, что некоторое свойство принадлежит 1, 2, 3... мы выводим, что оно принадлежит всякому целому числу, и т. д.

Из логики нам известно, что заключение силлогизма ни в каком случае не может быть более общим, нежели посылки; очевидно также, что невозможно получить действительное обобщение путем чисто формальных преобразований. Поэтому возникает вопрос, как возможны обобщения в строго дедуктивной системе?

Принцип всяких обобщений в математике называется математической индукцией; следовательно, нам необходимо рассмотреть, в чем заключается природа математической индукции.

Пуанкаре утверждает, что математическая индукция представляет собою обращение к интуиции. По мнению Пуанкаре, математическая индукция является необходимым коррективом для абстрактной дедуктивной системы математики, тем коррективом, который оплодотворяет сухое схематическое мышление и превращает его в живую мысль.

Однако, такое мнение ошибочно; математическая индукция не должна непременно быть обращением к интуиции; она целиком укладывается в рамки дедуктивной системы. Кроме того, математическая индукция принадлежит к кажущимся обобщениям; в действительности это есть дедукция. Математическая индукция представляет собою способ рассуждения при помощи общих понятий. Мы расчленяем единичное понятие на его признаки и исследуем зависимость признаков друг от друга; когда мы найдем, что некоторое свойство не зависит от специфических признаков частного понятия, мы делаем обобщение. Например, когда мы докажем, что некоторое существенное свойство треугольника не связано необходимо с числом его сторон, этим самым мы убедимся, что указанное свойство принадлежит общему понятию многоугольника. В этом и заключается сущность математической индукции.

Принцип математической индукции обыкновенно формулируется так: «Если теорема справедлива для значения 1 , и если можно доказать, что она верна для $n+1$, приняв ее справедливость для n , то она справедлива для всякого целого положительного числа».

Этот принцип может быть выведен следующим образом: пусть мы докажем, что если теорема верна для n , то она верна и для $n+1$. Подобное доказательство есть применение общих постулатов математики к некоторому частному случаю. Вывод обладает безусловно общностью: n — всякое число, обладающее заданным свойством, 1 — всякая единица, прибавляемая к какому бы то ни было числу. Обладание заданным свойством не зависит от прибавления единицы — вот к чему сводится доказательство. Из прежде допущенных посылок мы знаем, что последовательное прибавление единицы к n образует неограниченный ряд целых чисел. Следовательно, указанное свойство принадлежит к понятию всякого числа, начиная с n . Если n равняется 1 , то указанное свойство принадлежит к понятию целого числа.

Таким образом, математическая индукция основывается непосредственно на интуиции только один раз, когда определяется ряд целых чисел. Пуанкаре оказывается прав в том отношении, что в конце концов мы основываемся на интуитивной предпосылке; но если он хотел сказать, что мы обращаемся к интуиции всякий раз, когда прибегаем к математической индукции, то это не верно.

От n — к $n+1$ мы заключаем дедуктивно, основываясь на постулатах и аксиомах. Подобный вывод будет переходом к частному по отношению к тем первым предложениям, из которых выводится; он будет обобщением только по отношению к тем частным суждениям, которые мы имели до применения математической индукции.

Итак, всякое обобщение в математике есть только кажущееся обобщение. В действительности повсюду менее общее выводится из более общего. Принятые первые предложения являются наиболее общими, и, следовательно, какое бы то ни было обобщение могло иметь место только до того, как была окончательно принята какая-либо система первых предложений. Действительным обобщением в математике может быть только переход от одной системы первых предложений к другой, — например, замена системы интуитивных предпосылок абстрактными.

Необходимо сказать еще несколько слов о способе употребления общих понятий в математике.

В математике существуют два способа употребления общих понятий. Во-первых, традиционный способ, описанный в классической логике; он состоит в том, что ведут рассуждение при помощи общих понятий, например, при помощи понятий «точка», «прямая», «плоскость», «между» и проч., а также при помощи понятий производных от первых. Этот способ применяется в тех случаях, когда необходимо развить какую-либо систему абстрактных соотношений. Под понятиями, как показано, должно подразумевать совокупности условий, которым могут удовлетворять внешние объекты и наглядные представления (II, 1).

Но в некоторых случаях такой способ оперирования над общими понятиями не приводит к цели; тогда прибегают к введению переменных величин и функций.

Переменную величину можно определить как фиктивный член некоторого ряда величин, обладающий только теми свой-

ствами, которые общи для всех членов ряда. Вследствие этого переменная величина служит представителем для всех членов ряда и может быть любым членом замещена; каждый член ряда называется частным значением переменной, а весь ряд в целом — областью изменения переменной. Неупорядоченное множество, т.-е. множество, не расположенное правильным образом, согласно некоторому принципу, не может быть областью изменения переменной. Областью изменения переменной служит обычно упорядоченное множество одного измерения. Множество, упорядоченное по двум измерениям, является уже сложной переменной величиной или функцией двух переменных. Таким образом, согласно определению, переменная величина предполагает существование общего понятия, имеющего объем, упорядоченный по одному измерению.

Функция в популярном понимании есть величина, изменения которой зависят от изменений некоторой другой величины. Определяя более строго, можно сказать, что функция есть математическое выражение, заключающее в своем составе одну или несколько переменных величин. Очевидно, что частные значения подобного выражения будут изменяться в зависимости от частных значений переменных, которые входят в его состав. С логической стороны функция есть не что иное, как сложная переменная величина, и следовательно, функция точно также указывает на существование общего понятия с упорядоченным объемом.

Переменную и функцию можно по произволу рассматривать или как общие понятия или как фиктивные члены некоторого ряда. Отсюда следует, что введение в рассуждение переменных величин и функций есть только особый способ употребления общих понятий, свойственный математике.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Учение об определении в математике, которое можно считать общепризнанным в настоящее время, резюмируется так: существуют определения посредством постулатов, а также номинальные определения. Посредством постулатов определяются первые понятия математики. Определение посредством постулатов заключается в том, что принимают как истины, не подлежащие

доказательству или же просто как условные соглашения, некоторую систему постулатов: постулаты эти представляют собою не что иное, как отношения между символами, смысл которых неизвестен. В таком случае постулаты в своей совокупности определяют смысл символов, при чем последние становятся исходными понятиями математической системы. Символы, фигурирующие в постулатах, обозначают собою все то, что формально удовлетворяет системе отношений, принятых в качестве постулатов. «То, что удовлетворяет принятой системе постулатов», рассматривается как общее понятие, и подобные понятия считаются, таким образом, определенными. Например, дан ряд постулатов о взаимоотношении точек, прямых линий и плоскостей. Но что понимается под понятиями «точка», «прямая» и проч. и как определяются указанные понятия? Как уже сказано, в абстрактной геометрии под точками, линиями и плоскостями понимаются не какие-либо определенные конкретные образы, но всякие образы, числовые символы и проч., удовлетворяющие принятым постулатам. Точки, линии, плоскости и все основные понятия вообще рассматриваются просто как носители известных отношений, выраженных в постулатах. Система постулатов, таким образом, определяет систему общих понятий, удовлетворяющих постулатам (см. Вебер и Вельштейн: «Энциклопедия элементарной математики», том 2; см. также Энрикес «Проблемы науки», стр. 142 русск. пер.).

Понятия и термины, производные от первых, определяются номинально. Номинальное определение рассматривается, как уравнение между новым термином, с одной стороны, и комбинацией терминов, уже известных, — с другой. Новый термин называется определяемым, а комбинация известных терминов — определяющим. Новый термин получает смысл лишь с того момента, когда он приравнивается комбинации уже определенных терминов и становится после этого названием, т.-е. сокращенным обозначением для комбинации терминов. Определяющее всегда может быть подставлено на место определяемого во всяком суждении без изменения смысла последнего; поэтому номинальное определение или определение имени дает не новую истину, а только удобный способ сокращенно выразиться. Таким образом, номинальное определение есть просто соглашение относительно значения имени.

Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что ни определение посредством постулатов, ни номинальное определение не определяют ровно ничего: они не определяют никакого термина или понятия и не могут вовсе рассматриваться как определения. Если дана, как в абстрактных постулатах, форма отношений, при чем объекты, удовлетворяющие указанным отношениям, не даны и безразличны, то нельзя говорить, что отношения определяют объекты, но следует говорить, что объекты не нуждаются вовсе в определениях. Объекты, удовлетворяющие принятой системе постулатов, вполне безразличны для абстрактной теории; она, строго говоря, вовсе не знает их и не нуждается в них. Но именно потому, что абстрактная геометрия ничего не подразумевает под понятиями «точка», «линия» и проч., последние понятия остаются неопределенными. Наконец, если все-таки рассматривать постулаты, как определения, то одно понятие должно определяться через средство другого, другое через средство третьего и т. д.; но если не дано ни одно понятие, то неизбежен порочный круг в определении: например, понятие прямой определяется через понятие точки, а понятие точки опять через понятие прямой и т. д. Таким образом, определения первых понятий невозможны; но они и не нужны: в наглядной геометрии первые понятия даны интуицией; постулаты при этом не определяют понятий, но только описывают то, что дано в чистом наглядном представлении; абстрактная же геометрия, как сказано, вовсе не должна знать, что представляют собою ее основные понятия, так как смысл этих понятий не входит в дедуктивную связь математических положений. Отсюда следует, что постулаты не могут рассматриваться как определения.

Теперь перейдем к номинальным определениям, в которых новый термин определяется с помощью комбинации терминов уже известных. При этом предполагается, что комбинация известных терминов сама по себе может иметь какое-либо значение. Но это нелепо: простая постановка рядом или соединение в одно целое нескольких слов или знаков не создает никакого понятия и вообще не имеет никакого смысла. Несколько известных терминов в определении не просто соединены тем, что поставлены рядом, но представляют собою описание некоторого построения, конкретного или абстрактного, или же результата построения. Номинальное определение не выражает поэтому смысла мате-

математических определений; означенный смысл определения адекватно может быть выражен так: производится некоторое построение; результат указанного построения получает такое-то наименование.

Можно рассуждать и так: определить название, значит, назвать некоторое понятие. Для того, чтобы название имело смысл, необходимо, чтобы был на-лицо объект, который должен быть назван, причем таким объектом может быть также понятие. Поэтому для определения какого-либо термина в математике необходимо и достаточно определить понятие. Определение названия сводится, таким образом, к определению понятия, а последнее определяется, как указано, при помощи построения.

Таким образом, определение необходимо связано с построением; указанное построение может или непосредственно выполняться интуицией или же быть абстрактным построением, т.-е.; согласно предыдущей статье (III, 1), быть выводом из постулатов. По большей части математики, определяя новый термин, приравнивают его соединению нескольких уже известных терминов и более ни о чем не заботятся, предоставляя на долю интуиции решать, возможно ли построение, намеченное соединением терминов, и каким образом его выполнить. Такой прием нельзя назвать неправильным, так как он нисколько не исключает совершенной строгости дальнейших дедукций. Но в таком случае необходимо признать, что подобные определения в сущности имеют значение постулатов, основывающихся непосредственно на интуиции. Однако в строго дедуктивной системе, в которой все первые предложения должны быть выражены явно, никакое новое построение не может быть независимым обращением к интуиции, но только дедукцией из принятых постулатов. Следовательно, в строго дедуктивной системе возможны только определения посредством дедукций.

Сделаем и дальнейшие выводы отсюда. Существенную часть определения представляет именно дедукция из постулатов; что касается присвоения особого названия построенному таким образом понятию, то оно имеет второстепенное значение; название может быть или не быть принято. Условия теорем, как построения и, следовательно, дедукции из постулатов, вполне эквивалентны определениям, отличаясь от последних только отсут-

ствием особого названия для образа или понятия, полученного в результате построения.

Так как определение есть вывод из постулатов, то оно не может уже более рассматриваться как условное соглашение. Впрочем, если постулаты рассматриваются, как условные соглашения, то и определение имеет такую же природу, но, во всяком случае, определение не является новым соглашением, независимым от прежних. Присоединение к понятию того или иного сочетания знаков в качестве термина, конечно, является условным соглашением; но подобное соглашение относительно термина вовсе не касается смысла определяемого понятия и потому может быть не принимаемо во внимание, тем более, что присоединение названия может и вовсе отсутствовать в определении.

Мы видим, что определения имеют ту же природу, что и постулаты; отметим поэтому, что, если постулаты признаются синтетическими суждениями, таковыми же должны быть признаны и определения.

3. ПРОИСХОЖДЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОСТУЛАТОВ

Проблема математической достоверности после Канта получила совершенно новую постановку. Кант первый указал на то, что математические суждения имеют синтетический характер; вместе с тем он утверждал, что математические аксиомы суть истины безусловные и необходимые. Указанные утверждения лежат в основании всей системы философии Канта.

В настоящее время установилась иная, а именно, эволюционная точка зрения на синтетические априорные суждения, точка зрения, основывающаяся последние всецело на опыте. Очевидность аксиом объясняется их привычностью для интеллекта; способность интуиции рассматривается как приспособление интеллекта к среде. Врожденная способность интуитивного созерцания объясняется как унаследованный нами от предков результат многочисленных опытов, которые были произведены в прошлые эпохи. Таким образом, с этой точки зрения способность интуиции только психологически априорна, логически же апостериорна, потому что в конечном счете основана на опыте. В силу этого же соображения данные в интуиции суждения не могут более считаться безусловно необходимыми истинами.

И современные математики усумнились в абсолютной достоверности интуитивного математического познания и даже в точности показаний интуиции и рассматривают основоположения математики как гипотезы. Но математика, построенная на гипотезах, носит уже эмпирический характер; гипотезы проверяются через свои следствия; но следствия, как учит логика естествознания (см. гл. 1), являются необходимым условием своих оснований, и поэтому дедуктивные доказательства не имеют действительной доказательной силы.

Итак, интуитивная математика утратила прежний ореол абсолютно точного и достоверного знания: однако математики не мирятся с таким положением вещей; они желают создавать не эмпирическую, но рациональную, безусловно достоверную, вполне дедуктивную систему. Интуитивная математика, в основании которой лежат синтетические априорные суждения, не удовлетворяет указанным требованиям; поэтому математики стремятся отвергнуть интуицию, отвергнуть синтетические суждения и обосновать математику на аналитических суждениях. Аналитические суждения, как суждения, разъясняющие априорно данные, но неотчетливо мыслимые понятия, — утратили свое значение; но математики строят такие аналитические суждения, в которых предикат заключен в субъекте или признается тождественным с ним в силу условного соглашения.

Условные соглашения! — вот те логически априорные суждения, которые нашла современная математическая теория, и на которых она желает обосновать всю математику.

Постулаты и аксиомы — это только условные соглашения и, кроме условного смысла, никакого другого смысла не имеют; определения также суть условные соглашения, а все остальные предложения выводятся из аксиом, постулатов и определений. Математика развивается абстрактно, без участия интуиции; аксиомы определяют понятия, постулаты определяют свойства пространства. Пространство, изучаемое в геометрии, может обладать всевозможными свойствами, и опять-таки дело условного соглашения, какие свойства мы приписываем рассматриваемому нами пространству.

Условные соглашения ни истинны ни ложны; поэтому разум безусловно гарантирован от возможности каких-либо сомнений. Точно также следствия, выводимые из системы условных согла-

шений, не являются необходимыми условиями последних, так как они просто принимаются; поэтому невозможна никакая индуктивная проверка оснований через следствия. Таким образом, система, построенная на условных соглашениях, носит чисто дедуктивный характер в строгом смысле этого слова.

Однако необходимо подвергнуть критике эти притязания математики на логическую априорность и, следовательно, на абсолютную достоверность и точность. Необходимо поставить вопрос, где лежит источник получаемых познаний, каким образом посредством установления условных соглашений относительно значения произвольно взятых терминов возможно построить плодотворную отрасль знания? Математики не только не задают себе подобных вопросов, но, наоборот, как бы стараются блеснуть построением целого мира из ничего.

Ответ на поставленные вопросы может быть только один: те познания, которые вытекают, повидимому, из условных соглашений, в действительности имеют своим источником все-таки интуицию. Если мы возьмем абстрактные исходные предложения математики, как, например, аксиомы расположения, конгруэнтности, постулат непрерывности и т. п., то все эти предложения имеют ту особенность, что их можно рассматривать как описания того, что мы находим в чистом наглядном представлении. Наглядные аксиомы Евклида и абстрактные аксиомы Гильберта и Кантора одинаково являются обобщенными описаниями наглядных образов, и разница между ними только в степени общности, т.-е. в той сфере наглядных представлений, которую они обнимают.

Могут возразить так: аксиомы математики действительно выражены теми же самыми словами, как и описания наглядных представлений; это объясняется тем, что первые предложения математики действительно произошли из интуиции; но они отрешились от нее и абстрагированы от всякой наглядности; они не имеют даже никакого определенного смысла, поэтому они вполне условны; между тем для математики важно не происхождение предложений, а их логическое значение. Будучи раз приняты, математические предложения в дальнейшем делаются совершенно независимы от интуиции и не связаны с ней.

Это возражение было бы справедливо, если бы можно было всерьез утверждать, что условные соглашения математики не

имеют ничего общего ни с интуицией, ни с эмпирической действительностью. Но это не так. Математика, всецело замкнувшаяся сама в себе, представляющая собой особенную систему, не связанную ни с чем, не знающая и не желающая знать никаких применений к образам интуиции или эмпирической действительности, такая математическая система есть фикция. Но подобное превращение математики в фикцию, в свою очередь, есть только фикция. Что бы ни говорили, никто не станет разрабатывать такую область, которая не имеет никаких применений, никаких интерпретаций, которая совершенно изолирована от всех прочих областей знания. Подобная система не имела бы никакой познавательной ценности. Итак, абстрактные математические предложения должны иметь наглядные интерпретации. Но интерпретация абстрактных предложений — и в этом сущность вопроса — является не случайным спутником абстрактных постулатов, наоборот, познавательная ценность последних определяется не чем иным, как возможностью интерпретаций. При этом очевидно, что нахождение интерпретаций — одной или многих — зависит всецело от интуиции. В дедуктивной системе форма может быть отделена от содержания, так как содержание безразлично для дедукции; но отсюда нельзя заключать, что суждения математики вовсе не имеют содержания. Наоборот, пустые формы без содержания абсолютно не ценны в математике точно так же, как и во всякой другой науке. В самом деле, формальных систем, содержащих n постулатов сосуществования, — m — существования и p тождеств между терминами, не имеющими смысла, может быть построено бесконечно много. Из этих систем имеют значение и подвергаются разработке только те, которые являются формами важных и интересных интуитивно данных соотношений. Все же остальные системы представляют собою формы пустые, никому и ни на что не нужные.

Наивна также следующая уловка: математика не делает, говорят, никаких категорических утверждений; в математике не утверждается, что a есть b , что пространство удовлетворяет принятым постулатам и т. д.; утверждается только, что если a есть b , то отсюда следуют дальнейшие выводы. Этим приемом достигают лишь того, что явные допущения заменяются неявными. В самом деле, если a есть b , если пространство действительно удовлетворяет принятым постулатам, то принятой систе-

мой постулатов стоит заниматься; в противном случае она принадлежит к числу пустых, не имеющих значения форм без содержания. Следовательно, уже тот факт, что некоторая система постулатов тщательно разрабатывается, указывает, что постулатам приписывается определенное содержание.

Переходя к арифметике, мы и здесь встречаемся с интуицией, охватывающей область сравнения величин. Истины арифметики мы также находим в чистом наглядном представлении, т.-е. мы также можем осознать чистую деятельность рассудка в процессе счета. Без сомнения, возможно дедуктивно развить арифметику, исходя из немногих предпосылок. Но эти посылки не только интуитивны, но можно сказать, что в своей совокупности они вбирают в себя все то, что мы можем усмотреть в наглядном представлении в области чисел.

Суждения, как 1 плюс 1=2; 2 плюс 1=3 и т. д., просто описывают находимое в наглядном представлении: существует единица; существует еще единица сверх данной; эти единицы могут быть взяты в совокупности и образовать целое, которое мы называем два; существует еще единица сверх рассматриваемых двух и т. д. — это все простые описания мысленных экспериментов; произвольного или условного в них только то, что единица изображается палочкой, а два — более закругленным знаком. Поэтому необходимо признать вслед за Кантом синтетическую природу арифметических операций.

Иногда пространственная интуиция может быть заменена интуицией в области чисел. Согласие этих областей интуиции не создается условными соглашениями, но дано a priori.

В математике много занимаются вопросом о независимости и совместимости постулатов; предпринимаются исследования для того только, чтобы доказать эту совместимость и независимость. Если постулаты не являются независимыми друг от друга, то отрицание одного из постулатов должно в конце концов привести к противоречию с другими постулатами. Точно так же, если постулаты несовместимы, то логическое развитие системы, включающей несовместимые предложения, должно привести к противоречию. Чтобы утверждать существование некоторого понятия в системе, необходимо доказать его совместимость с остальными понятиями, т.-е. доказать, что употребление данного понятия не может привести к противоречию (Пуанкаре).

Трудность заключается в том, чтобы доказать невозможность противоречия в одном случае или же обнаружить скрытое противоречие в другом.

Но если бы значение интуиции могло действительно свестись к нулю, если можно рассматривать первые предложения математики как произвольные соглашения, то самый вопрос становится непонятным. Непонятно, откуда может взяться противоречие в произвольно построенной системе? Каким образом оно может скрываться в основаниях и обнаруживаться в следствиях? Каким образом зависимость или независимость, совместимость или несовместимость постулатов может быть неясна с первого взгляда, из одной формы предложений, из простого употребления частицы «не»? Если исключена интуиция, то противоречие никак не может вкратце в систему. Если же постулаты и аксиомы имеют интуитивную подкладку, если они являются обобщенными описаниями наглядных представлений, тогда делается понятным, что неточность в описании отношений, находимых в наглядном представлении, а также произвольно принятые гипотезы могут привести к противоречию с другими отношениями, также полученными через интуицию.

Таким образом ближайшее исследование показывает, что логически априорными могут остаться чисто фиктивные построения, такие, фикция в которых составляет альфу и омегу, и которые не могут иметь никаких приложений. Между тем, математика должна входить, как необходимое звено, в общую систему научных знаний. Но как только перестанем рассматривать математику как систему, совершенно изолированную, замкнутую в самой себе, как только будем рассматривать ее в связи с другими науками, к которым она применяется, — все ее предложения сейчас же превращаются в синтетические суждения, и было бы самообманом считать их чем-либо иным.

4. ИНТУИЦИЯ И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Происхождение постулатов мы свели к интуиции. Должен быть сделан также и следующий шаг — интуиция должна быть, в свою очередь, сведена к опыту.

В своей сущности интуиция есть не что иное, как возможность проводить мысленные эксперименты. Под словом «интуиция»

понимают обычно две различные способности: во первых, способность чистого наглядного представления и, во вторых, творческое воображение, позволяющее нам дополнять недостающее, конструировать логические основания, а также сразу получать вывод из посылок, перескакивая через целый ряд последовательных преобразований. Творческое воображение — необходимая способность, без которой нет мышления; но исследованию подвергается здесь не творческое воображение, а способность наглядных созерцаний. Поэтому термин «интуиция» употребляется мною в первом значении.

Что именно мы созерцаем в наглядном представлении? Есть ли созерцаемое нами особый мир, не имеющий ничего общего с реальным миром, законы которого не повторяются в эмпирической действительности? Без сомнения, нет. В наглядном представлении мы созерцаем все ту же эмпирическую действительность. Смысл априорного утверждения заключается не в том, что мне так представляется, а в том, что иначе и не может быть в реальном мире. В априорном созерцании мы решаем вопрос о том, что должно быть и чего не может быть в действительности. Но каким образом возможно подобное априорное разрешение вопросов, относящихся к реальному миру?

Точное совпадение а priori находимых отношений с отношениями реальной действительности есть факт повседневного опыта. Происхождение этого факта нам могла бы объяснить теория развития, с точки зрения которой способность априорного созерцания есть приспособление интеллекта к наиболее привычным отношениям действительности.

Наблюдение пространственного сосуществования и последовательности объектов носит активный характер. Пространственные образы не даются нам в качестве материала ощущений, но воссоздаются нами в процессе апперцепции. Мы никогда не увидели бы в действительности прямой линии, круга, квадрата, если бы наш интеллект не создал их в процессе апперцепции. Таким образом, в объективном мире мы можем видеть только то, что сообразно законам нашего наглядного представления. Но законы нашего наглядного представления раскрываются с той же ясностью на воображаемых объектах, как и на действительных. Отсюда — возможность мысленного эксперимента, когда опыт над реальными объектами заменяется рассмотрением объектов

воображаемых, при чем все то, что мы усмотрели на воображаемых объектах, является справедливым и для объектов действительных. Мысленный эксперимент заключается не в том, чтобы ясно вообразить что-либо, но в том, чтобы дать себе полный отчет, что иным способом представить что-либо невозможно.

В мысленном эксперименте, таким образом, мы подвергаем испытанию нашу способность апперцепции; поэтому возможно сказать *a priori*, что именно мы увидим в объективном мире. Например, аксиома о том, что две линии не замыкают пространства, означает следующее: две линии, замыкающие пространство, не могут быть обе вместе апперцепированы как прямые.

Но в таком случае может быть поставлен вопрос, каким образом проверять априорные созерцания, и не совпадают ли они в опыте сами собою, а вовсе не с отличной от них реальной действительностью? Без сомнения, непосредственная проверка созерцаний, проверка в обычном смысле слова, невозможна, так как мы всегда будем видеть в действительности только то, что согласно с законами наглядного представления; но косвенная проверка возможна. Мы можем положить математические аксиомы в основу тех или иных теорий, позволяющих предсказывать факты, и возможность делать правильные предсказания будет вполне определенной проверкой применимости аксиом, так как созерцания сами по себе не могут определять факты. Вопрос о проверке аксиом потому только представляется таким трудным, что повсюду опыт подтверждает полное согласие созерцаемых отношений с действительными. Если бы где-либо имело место решительное разногласие, то вряд ли бы слишком трудно было его заметить. Допустим, что мы с нашей интуицией трехмерного пространства попали в четырехмерный мир; конечно, четвертого измерения мы бы там не увидели и продолжали бы созерцать все в трех измерениях; но при этом мы получали бы самые невероятные и неожиданные сюрпризы; способность предсказывать факты была бы невозможна. Или возьмем другой пример, возможность которого нельзя считать безусловно исключенной. Мыслимо, что мы апперцепируем, как прямую, такую линию, которой бы следовало приписать свойство кривизны; а действительной прямой — лучу света или оси вращения твердого тела — пришлось бы приписывать свойства отрицательной или положительной кривизны. В таком случае неизбежно расхождение

результатов теории с фактами. Пусть первые случаи такого расхождения будут объяснены как-либо иначе, например, криволинейностью луча света и т. п. Но как только будет разгадана настоящая причина, легко и просто объясняющая факты, то вряд ли можно сомневаться, что подобная теория была бы принята охотно.

Таким образом, только опыт, только возможность антиципации фактов при помощи созерцаний дают гарантию применимости наших созерцаний к эмпирической действительности.

5. СУЩНОСТЬ МАТЕМАТИКИ.—ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ

Бертран Рассель так определяет математику — и это определение считается, повидимому, общепризнанным: «Чистая математика целиком состоит из утверждений следующего типа: если такое-то предложение справедливо в применении к какому-нибудь объекту, то в применении к тому же объекту справедливо такое-то предложение. Здесь существенно, во-первых, что не подлежит обсуждению вопрос о том, справедливо ли на самом деле первое предложение, и, во-вторых, что не должно быть указано, что представляет из себя тот объект, в применении к которому первое предложение предполагается справедливым. Таким образом, математика может быть определена, как наука, в которой мы никогда не знаем, о чем мы говорим и никогда не знаем, верно ли то, что мы говорим».

В наших терминах это будет означать следующее: математика состоит в выведении отношений сосуществования между отношениями сосуществования. Из предыдущего следует, однако, что далеко не всякая данная система отношений сосуществования может быть рассматриваема, как математика, так как математика вовсе не есть область чистого интеллектуального спорта, абсолютно оторванного от действительности. На самом деле всякая аксиоматическая система получается путем тщательного выбора, упорной работы абстракции, прodelьваемой над наглядными представлениями, при чем вопрос ставится так: какие соотношения необходимы и достаточны для того, чтобы можно было охватить свойства реальной протяженности? Так, например, аксиомы Гильберта получены путем абстракции из представлений Евклидовой геометрии. Аксиомы Гильберта не наглядны; но все те отношения

сосуществования, которые имеют место между наглядными образами, в них вполне точно скопированы. Но интуитивные представления, как мы видели, отображают свойства объектов; следовательно, и абстрактные аксиомы точно так же отображают некоторые, наиболее постоянные свойства реальных объектов.

Отсюда вытекает возможность того, что математик может оставаться в сфере абстрактных соотношений до тех пор, пока он этого хочет; но выводы чистой математики он в любой момент может применить к эмпирической действительности просто путем соответственной интерпретации терминов. Излишне было бы прибавлять, что переход от абстрактно-математических отношений к эмпирическим вовсе не означает метафизического «обоснования» последних посредством чистой мысли, так как здесь дело значительно проще и реальности возвращается только то, что ранее у нее был взято в процессе абстракции.

Но мы не можем установить, с абсолютной ли точностью Евклидова геометрия отображает свойства реального пространства. Отсюда, — а вовсе не из понимания дедукции, как спорта, — возникает интерес к неевклидовым геометриям, причем последние выступают в качестве гипотез, в качестве претендентов, оспаривающих права Евклидовой геометрии на абсолютно-точное отображение реального пространства.

Математики обычно указывают, что, интерпретируя геометрически те или иные физические объекты, — напр., интерпретируя луч света, как прямую, или масштаб, как неизменяющуюся длину, — мы совершаем акты произвола. Правильно отметив самый факт существования произвола, математики избегают анализировать его значение. Между тем произвол здесь носит тот же самый характер, как и произвол в выборе гипотез. Всякая интерпретация физического объекта посредством геометрического образа с логической стороны имеет значение гипотезы. Такой произвол имеет весьма относительный характер и бывает ограничен требованием наилучшего совпадения следствий теории с фактами.

Итак, из предыдущего вытекает, что математика есть наука о наиболее всеобщих и постоянных свойствах реальных объектов, при чем в ней эти свойства выражены в наиболее абстрактной форме.

Однако Пуанкаре рассматривает геометрию Евклида как геометрию абсолютно-твердых тел, признавая ее, очевидно, только приблизительно точной по отношению к телам, которые не являются абсолютно твердыми.

Эйнштейн утверждает, что положения математики верны только постольку, поскольку они не относятся к действительности; поскольку же они относятся к действительности, постольку они не верны.

Но раз существует метод умозаключений от следствий к причинам, то мы не связаны безусловно с необходимостью непосредственной проверки приложимости математических аксиом к действительности и можем базироваться на косвенной проверке.

Поэтому замечания Пуанкаре и Эйнштейна, несмотря на весь авторитет указанных авторов, теряют какое-либо методологическое значение. Мы можем допустить, что между всякими материальными точками существуют все те соотношения, которые исследует геометрия, и сообразно такому допущению строить практические расчеты. Так как гидродинамические и аэродинамические расчеты, основанные на геометрических соотношениях, оправдываются не менее точно, нежели расчеты, относящиеся к твердым телам, то этим исключается особое отношение геометрии к твердым телам. Можно говорить лишь о том, что геометрические соотношения легче обнаружить и непосредственно проверять на примере твердых тел. Точно так же можно говорить лишь о том, что геометрические соотношения не существуют в действительности в том чистом изолированном виде, в каком их трактует геометрия, но только в комплексе со многими другими свойствами. Однако утверждение, что положения математики не верны, поскольку они относятся к действительности, остается ни на чем не основанным.

Критерием ценности всякой математической системы является возможность естественно-научных применений. Давно известно, что математика развивается в тесной связи с естествознанием и что те задачи, которые выдвигают перед математиками физики и астрономы, направляют развитие математики по единственно плодотворному руслу и дают стимул для усовершенствования математических методов и конструкции новых.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

О МЕТОДАХ ЭКСПЕРИМЕНТА

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно установившимся взглядам, главной задачей экспериментального исследования считается нахождение причин интересующих науку явлений. Причина, признаваемая целью экспериментального исследования, определяется со времени Милля, как полная причина, т.-е. как сумма положительных и отрицательных условий, в своей совокупности необходимых и достаточных для произведения некоторого явления.

Однако необходимо начать с утверждения, что нахождение полной причины какого-либо факта служит не целью, а скорее исходным пунктом экспериментального исследования. Нахождение полной причины или тех условий, которые необходимы для воспроизведения данного явления, оказывается всего лишь черновой, предварительной работой экспериментального исследования; только после того, как искомая полная причина нащупана, начинается систематическая экспериментальная работа. Экспериментатор стремится полную причину разложить на компоненты и выяснить роль каждого обстоятельства в отдельности. Так, он различает источник энергии, передатчик, поглотитель энергии, некоторую структуру, связывающую или освобождающую энергию, некоторый аппарат, регулирующий ход процесса и т. п. В чем же, действительно, заключается конечная цель экспериментального исследования? Выражая в немногих словах эту конечную цель эксперимента, можно сказать, что исследователь среди многих обстоятельств, составляющих полную причину явления, стремится выделить одно обстоятельство как специ-

фическую причину явления. Вряд ли возможно дать правильную картину экспериментального метода, не вводя понятия специфической причины.

Специфическая причина, это — не полная причина; это один из компонентов полной причины, удовлетворяющий двум определенным условиям.

Всякое обстоятельство, представляющее собою часть причины явления, необходимо в том смысле, что оно не может быть устранено без уничтожения результата. Результат не может проявиться, если удалена какая-либо часть причины, хотя бы все остальные компоненты полной причины были на-лицо. Но часто бывает так, что компонент полной причины может быть заменен другим обстоятельством, при чем результат остается без изменения. Например, химическая реакция происходит в присутствии меди и не происходит в отсутствии меди; но если медь заменить железом (в качестве катализатора), то реакция совершается с прежней быстротой. В таком случае медь не есть специфическая причина реакции. Первое условие, которому должна удовлетворять специфическая причина, заключается в том, что она ничем не может быть заменена для произведения результата.

Но незаменимую часть причины тогда только можно назвать специфической причиной, когда она удовлетворяет и второму условию. Второе условие требует, чтобы специфическая причина была добавочной причиной, отсутствие которой устраняло бы только данное явление, но не прекращало других, более простых явлений, происходящих в той же среде. Всякое явление можно рассматривать как усложнение другого, более простого явления, с которым его следует сравнивать, а незаменимая добавочная причина, производящая такое усложнение, и есть специфическая причина исследуемого явления.

От абстрактных определений перейдем к примерам. Специфической причиной кислотных свойств являются ионы водорода. Сравнивая растворы кислот с другими жидкими телами, мы находим, что ионы водорода представляют собою ту добавочную причину, которая придает жидкости кислотные свойства. Но ионы водорода нельзя назвать полной причиной, так как необходим еще жидкий растворитель для того, чтобы ионы могли проявить свои свойства.

Селен и его свойство изменять электропроводность при действии света есть специфическая причина возможности передавать рисунки по телеграфу. Полная причина включает также источник электрической энергии и многие вспомогательные приборы; но без пластинки селена, в качестве незаменимой добавочной причины, вся система будет служить лишь для простой передачи сигналов, но не для передачи изображений.

Пронесшаяся буря свалила среди деревьев парка только одно, имевшее большое дупло; это дупло и есть специфическая причина падения дерева.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МИЛЛЯ

Пять известных методов Милля — методы согласия, различия, соединенный метод сходства и различия, метод остатков и метод сопутствующих изменений — можно рассматривать с двух точек зрения: как методы доказательства и как методы эксперимента. Так как теория доказательств рассмотрена в первой главе настоящей книги, то здесь я буду рассматривать методы Милля преимущественно со второй точки зрения. Но, рассматриваемые как методы эксперимента, данные Миллем правила исследования оказываются несостоятельными, т.-е. не достигающими своей цели.

Главный недостаток всех методов Милля заключается в том, что они вовсе не помогают экспериментатору выяснить интересные его вопросы; они не дают того, что нужно экспериментатору, а дают то, что для него неважно и часто даже неинтересно. Я разберу более подробно первые два метода, а после этого, как мне кажется, будет уже ясно, что все сказанное можно распространить и на остальные.

Схема метода согласия в коротких словах следующая. Пусть мы можем наблюдать a в двух различных соединениях abc и ade ; пусть мы знаем, или можем найти, что в этих случаях соответственными предшествующими обстоятельствами были ABC и ADE ; отсюда, согласно Миллю, можно вывести, что A связано с a законом причинной связи. Милль рассуждает так: «Действительно, B и C не могут быть причинами a , так как их нет во втором случае; точно так же не могут быть причинами a ни D , ни E , так как они отсутствовали в первом случае. (М и л л ь: «Система логики», пер. под ред. Ивановского, изд. 1899 г., стр. 311.)

Однако рассуждение и вывод Милля ошибочны. ВС не было во втором случае, но место ВС не осталось пустым; это место заняли обстоятельства ДЕ, заменив собою ВС. Ни откуда не следует поэтому, что В, С, Д и Е не принимали участия в произведении а, что А могло произвести а в первом случае без участия ВС, а во втором без участия ДЕ. Так как у Милля речь идет о полной причине или о какой-нибудь части полной причины, то нельзя считать экспериментально установленным, что В и С в первом случае, Д и Е во втором не являлись причиной или частью причины а. Можно считать установленным только то, что В, С, Д и Е не являются специфической причиной а, так как они могут заменять друг друга. По отношению к А имеется всего лишь вероятность, что А принимает участие в произведении а.

Но это не главное возражение. При многочисленных случаях наблюдений вероятность может перейти в достоверность, и мы смело можем заключать в известных случаях по методу согласия, что А есть причина или часть причины а.

Но спрашивается, есть ли А незаменимая причина или часть причины а?

Не может ли быть а получено при других условиях, в отсутствии А? И еще более важный вопрос: имеет ли А какое-либо особое отношение именно к а, или же А является причиной также многих других явлений, происходящих в той же обстановке? Метод согласия не дает никаких указаний относительно этих вопросов. Но если А не удовлетворяет поставленным условиям, то заключение — А есть причина а — не имеет никакого интереса, хотя бы даже оно было совершенно правильным.

Пусть, например, на поляризаторе исследуются растворы веществ, отклоняющих плоскость поляризации светового луча. Рассуждая по схеме метода сходства, мы придем к странному выводу. Отклонение поляризованного луча, скажем мы, не может быть произведено веществом В, так как оно получается и в отсутствии В, то же самое можно сказать о веществе С и о всех прочих испытываемых веществах. Неизменным сопутствующим во всех явлениях было присутствие прибора и пучка света; следовательно, этот прибор и есть причина или часть причины явления.

Скажут, что здесь рассуждение неправильно, потому что сходство наблюдаемых случаев не ограничивается присутствием пучка света и поляризирующего прибора, но заключается также

в том, что все вещества, деятельные в оптическом смысле, имеют в составе молекулы асимметрический атом углерода. Но здесь мы попадаем в порочный круг. Если при исследовании причин фактов мы будем руководствоваться ясным и бросающимся в глаза сходством, то наиболее важное и скрытое сходство мы неизбежно упустим. Можно ли, вообще, искать это скрытое сходство по методу сходства, и не напоминает ли в этом случае правило метода юмористический совет, как поймать воробья? Скрытое сходство можно найти только вопреки «методу сходства». В данном примере необходимо рассуждать так: хотя отклонение поляризованного луча может происходить в отсутствие каждого в отдельности из веществ В, С, Д и хотя все оптически деятельные вещества повидимому не имеют между собою никакого общего признака, однако они должны быть сходны в каком-либо пункте.

Итак, только в том случае, если, вопреки методу сходства, исследователь придет к убеждению, что кажущиеся несходными обстоятельства в действительности имеют сходство, то в конце концов он откроет это глубоко скрытое сходство.

Перейдем теперь к методу различия. Милль говорит: «Если следствием АВС будет авс, а следствием ВС—вс, то очевидно, что следствием А будет а» (там же, стр. 313).

Действительно, можно считать экспериментально установленным, что при данных условиях а есть следствие А, и А есть полная или же добавочная причина а; но это не имеет большого интереса, так как метод различия не дает ни как и х указаний, является ли А незаменимой причиной а, или же А можно заменить чем попало. Например, спокойно лежит некоторое количество иодистого азота; пусть это будет обстоятельство ВС. Вводим обстоятельство А, прикасаясь к указанному веществу бородкой гусяного пера. Происходит довольно сильный взрыв или явление а. Перо и его прикосновение действительно есть компонент причины взрыва; но какое это имеет значение, если перо можно заменить буквально первым подвернувшимся под руку твердым предметом для произведения того же результата? Кроме того взрыв можно вызвать нагреванием, электричеством, звуком и т. п. Специфическая причина столь легко вызываемого взрыва заключается как раз в обстоятельствах ВС, т.-е. в строении иодистого азота.

Другой, менее важный, недостаток метода различия отмечен самим Миллем (там же, стр. 330). Он состоит в невозможности найти два случая, которые отличались бы только одним обстоятельством; когда мы вводим в данную обстановку какой-либо агент или вещество, мы никогда не можем быть уверены, что ввели только одно обстоятельство.

Когда было открыто искусственное индиго, то первое время процесс получения его шел слишком медленно, результатом чего являлась дороговизна производства и невозможность конкуренции с естественной краской. Однажды химик, ведущий производство, заметил, что процесс, в силу какой-то неизвестной причины, прошел чрезвычайно быстро. Причину эту отыскать не удалось. Через некоторое время, после многих тщетных попыток, процесс опять прошел с большой быстротой; на этот раз химик обратил внимание на обстоятельство, послужившее причиной: оба раза случайно разбивался термометр, погруженный в смесь, в которой происходила химическая реакция. Это дало ему повод для следующих соображений: термометр разбился; ртуть вытекла в смесь; некоторые металлы служат ускорителями реакций; надо применить ртуть в качестве катализатора, а также испытать для этой цели и другие металлы. Средство для быстрого получения индиго было найдено.

Необходимо обратить внимание, что химик рассуждал вопреки методу различия: метод различия «доказывал», что разбитый термометр является причиной ускорения реакции, а химик вывел, что реакцию следует ускорять, не разбивая термометра.

Методы сходства и различия, взятые отдельно, дают мало. Немногим более дает и соединенный метод сходства и различия.

Если, например, экспериментатор пользуется для своих опытов электрическим током, и при этом он будет строго придерживаться схемы соединенного метода, то он рискует приходить каждый раз к одним и тем же результатам, а именно, что замыкание тока и есть причина явления. В самом деле, во всех опытах необходимым предшествующим является замыкание тока. Во всех тех случаях, когда ожидаемого эффекта не получалось, можно было найти неправильность в соединении проводов, т.-е. отсутствие замыкания тока. Указанный вывод был бы совершенно правильным, но, к сожалению, вовсе не ценным.

Все вышеуказанное можно повторить по отношению к методу остатков и к методу сопутствующих изменений. Эти методы точно так же дают возможность констатировать с большей или меньшей вероятностью факт причинной связи, но оставляют открытым вопрос, имеет ли констатированный факт какое-либо значение для исследования. После всех предшествующих замечаний можно прийти к следующему заключению. При помощи методов Милля нельзя углубляться в исследование причин явлений; но против этих методов ничего нельзя возразить, если рассматривать их как методы нахождения действий по данным причинам или же как методы нахождения свойств заданных объектов. Методы Милля можно рассматривать как правильно сформулированные принципы, которыми мы пользуемся для констатирования фактов простейшей причинной связи; они являются, таким образом, правилами констатирования фактов. Так как констатирование факта является в известном смысле обобщением, принимая во внимание, что результат должен повториться при точном воспроизведении наблюдаемых условий, — то постольку методы Милля могут приводить к наиболее элементарным обобщениям. Например, пуля, попавшая в сердце, причинила смерть; кремень высекает искры (метод различия); кристаллы во многих случаях выпадают из жидкостей (метод сходства). Несколько большее значение имеет метод остатков, так как при его помощи констатируются новые, требующие объяснения факты, т.-е. указывается то место, где следует производить поиски.

3. МЕТОД АНАЛОГИЧЕСКИХ ЗАМЕЩЕНИЙ

Допустим, что установлены следующие факты: совокупность условий АВСД вызывает появление действия а; при условиях АВС, АД, АСД, ВСД действие а не может появиться; следовательно, АВСД есть полная причина явления а. Точным установлением этих фактов применение методов Милля и ограничивается, между тем, как эти факты являются не завершением, а всего лишь исходным пунктом экспериментального исследования.

Исследователь ищет теперь среди полной причины тех условий, которые имеют специфическое отношение к явлению а. Пусть, например, устранение А или В прекращает только явление

а и не прекращает остальных явлений, протекающих в той же обстановке. Устранение же С или Д прекращает не только а, но и вообще какие-либо действия остальных условий. В таком случае внимание исследователя отвлекается от обстоятельств ДС и направляется на обстоятельства АВ. Например, обстоятельство С есть прибор, необходимый для производства опыта, обстоятельство Д — источник энергии, также необходимый для опыта, а обстоятельства А и В — исследуемые вещества. До сих пор мы еще не вышли из стадии предварительной работы и только теперь переходим к систематическим поискам специфической причины.

Исследователь ставит себе теперь следующий вопрос: есть ли обстоятельство А специфическая причина явления, или же только случайная модификация причины. Не может ли обстоятельство А в комплексе условий АВСД быть заменено какими-либо другими обстоятельствами, сходными с ним так, чтобы конечный результат — явление а — осталось без изменения?.. Иными словами, не является ли обстоятельство А добавочной причиной — постольку, поскольку оно обладает некоторым общим признаком и принадлежит к некоторому классу? Если это так, то предмет А может быть заменен другим предметом, принадлежащим к тому же классу и, стало быть, обладающим тем же признаком.

Общий признак класса в таком случае и будет специфической причиной явления а. Соответственно этому усилия экспериментатора направлены к тому, чтобы, не изменяя условий ВСД, заменить А чем-либо аналогичным и получить опять то же самое действие а. Пусть в результате испытаний экспериментатор нашел, что А можно заменить посредством $A_1 A_2 A_3$, т.-е. АВСД дает в результате а; A_1 ВСД, A_2 ВСД точно также производят действие а. Итак А $A_1 A_2$ могут замещать друг друга в качестве добавочной причины а. Все эти замещающие друг друга обстоятельства сходны в том, что обладают классовым признаком α . Отсюда можно заключить, что α есть специфическая причина явления а.

Затем тот же прием применяется к В, каковое обстоятельство последовательно замещается $B_1 B_2$ и прочими предметами, обладающими общим признаком β . В итоге исследователь получает не случайную модификацию добавочной причины, но подлинную специфическую причину явления: $\alpha\beta$ есть специфическая причина явления а.

Научно констатированный факт ускорения какой-либо химической реакции ртутью может послужить исходным пунктом для исследования. Ртуть или ее соли будут последовательно заменяться солями других металлов: меди, ванадия, платины и т. п. — в результате чего вырабатывается общее понятие о катализаторе или ускорителе реакций, который должен представлять собою металл, имеющий несколько степеней окисления, легко поглощающий и отдающий кислород. Вещества ускоряемой реакции также могут замещаться другими, и таким образом будет разработана теория катализа вообще.

Этот экспериментальный метод можно назвать методом аналогических замещений и формулировать таким образом: если добавочная причина явления может быть замещена факторами, сходными с ней в определенном отношении, при чем действие причины или не изменяется вовсе, или же изменяется только количественно, то обстоятельство, в котором сходны способные к взаимному замещению факторы, и есть специфическая причина явления.

Если применение описанного метода приводит к отрицательным результатам, т.-е. обнаруживается, что обстоятельство А ничем не может быть заменено, в таком случае оно само может быть рассматриваемо в качестве специфической причины.

Когда специфическая причина открыта, то создается возможность для вторичного применения Миллева метода сопутствующих изменений. Впрочем теперь это применение метода имеет совершенно иную цель: не открытие факта причинной связи, а точное установление количественной зависимости между изменениями обстоятельств, факт причинной связи между которыми хорошо известен.

Многие примеры, приводимые Миллем, например, в 9 главе 3-й книги, в сущности не подходят под схему «четырёх методов» и иллюстрируют собою как раз метод аналогических замещений. Первый пример Милля — исследование Либиха, цель которого — установить непосредственную причину смерти от металлических ядов (там же, стр. 327). Дальнейшее изложение показывает, как при неизменности прочих обстоятельств замещают друг друга сперва различные яды, а затем различные

белки. При этом действию одного и того же яда подвергаются сперва различные белки, а потом один и тот же белок в свободном состоянии или же входящий в состав клетки растительной или животной.

Третий пример из приводимых Миллем в указанной главе — теория росы (там же, стр. 334) — также может служить иллюстрацией нашего метода. Здесь последовательно варьируются вещества, поверхности, структуры, при чем каждый раз меняется только одно обстоятельство, а все остальные сохраняются неизменными. Такие операции и приводят в конце концов к обобщениям.

Легко убедиться, что указанные примеры не подходят ни под метод согласия, ни под метод различия, ни под другие методы в том виде, как они определены у Милля. Милль ошибается, поскольку считает их примерами метода сходства: здесь мы не имеем нескольких случаев, сходных только в одном обстоятельстве; скорее мы имеем случаи, различающиеся только в одном обстоятельстве. Но это не значит, что приведенные примеры относятся к методу различия: причины различаются только в одном обстоятельстве, а действия остаются без изменения. Таким образом, эти примеры относятся к методу аналогических замещений.

4. МЕТОД СКРЫТОГО СХОДСТВА

Метод аналогических замещений должен быть дополнен другим методом.

Иногда случается наблюдать, что явление a получается при существенно различных обстоятельствах. Например, совокупность условий ABCD дает в результате a , но и совокупность условий KLMN также дает в результате a . В других случаях компонент полной причины может быть замещен другим обстоятельством без изменения результата; но замещающие друг друга обстоятельства не только не аналогичны, но, повидимому, не имеют между собою ничего общего. Например, ABCD производит a , и XBCD производит тоже a .

Подобные случаи никогда не останавливали исследователей. Так называемая «множественность причин» считается в естествознании в сущности явлением кажущимся. Поэтому в таких случаях натуралист полагает, что между ABCD и KLMN в первом

случае, между А и Х во втором должно существовать скрытое, но тем не менее весьма важное сходство; это сходство, этот еще неизвестный сходный признак и должен быть специфической причиной а. Таким образом, кажущееся различие причин того же самого явления с точностью указывает то место, где следует искать обобщения. А раз место для поисков указано, результат не замедлит обнаружиться. Чем более различны между собою причины, тем более блестящим будет открытие.

В пример можно привести электромагнитную теорию света. Скорость света была измерена оптическими методами и найдена равной приблизительно 300.000 км в секунд. Оказалось, что в другой области физики, повидимому несоизмеримой с первой, была получена та же самая цифра. Отношение абсолютных электромагнитных единиц к электростатическим, как оказалось, имеет ту же величину и тот же самый функциональный состав, т.-е. представляет собою точно так же длину, отнесенную ко времени. Отсюда было сделано заключение, что свет и электричество имеют тождественную природу. Это заключение подтвердилось и создало эпоху в науке.

В упомянутом ранее примере связь между асимметрическим атомом углерода и способностью отклонения плоскости поляризации была открыта таюже описываемым методом. Чтобы усмотреть асимметрические атомы углерода в деятельных веществах, надо предварительно умозаключить, что в этих веществах, не имеющих повидимому никакого общего всем им признака, таковой непременно должен существовать.

Описываемый метод можно назвать методом скрытого сходства и формулировать так правило метода:

Если какое-либо явление возникает при обстоятельствах, повидимому совершенно разнородных, то различие причин не может быть полным. Различные причины того же самого явления имеют между собою скрытое сходство; обстоятельство, в котором они сходны, представляет собою специфическую причину явления.

5. РАЗЛИЧНЫЕ СЛУЧАИ ОПЫТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Экспериментальное исследование может идти, смотря по обстоятельствам дела, или от следствия к причине, или от причины к следствию. В первом случае экспериментатор ищет специфическую причину явления по методам, рассмотренным на предыдущих страницах; во втором случае подвергаются исследованию свойства данных объектов, причем получают значение методы Милля. Если исследование движется от следствия к причине, то, как указано, методы Милля совершенно бесполезны; но если мы идем от причин к следствиям, если нам нужно определить, как ведут себя при тех или других условиях данные нам объекты, то мы действительно должны будем рассуждать согласно схеме Миллевых методов.

Методы Милля, стало быть, также имеют свою определенную область, где их применение необходимо.

Припомним, например, еще раз схему метода различия: обстоятельства ВС производят следствия bc ; вводя обстоятельство А, мы получаем результат abc . Отсюда можно вывести, что А есть причина a . На последний вывод можно взглянуть с двух точек зрения: если нам дано явление a , и мы должны найти его специфическую причину, то, как уже выяснено, суждение «А есть причина a » не имеет никакого значения. Если же нас интересует природа явления А, если А есть тот самый объект, со свойствами которого мы желаем познакомиться, то в этом последнем случае вывод по схеме второго метода Милля становится для нас ценным, так как указывает нам свойства А в обстановке ВС. То же самое рассуждение можно повторить и по отношению ко всем остальным методам Милля, обращая выводы по каждому методу из причинных суждений в суждения о следствиях.

Вообще говоря, опыты предпринимаются исследователями в двух случаях: 1) когда желают проверить какую-либо специальную гипотезу, 2) когда не имеют сведений о каких-либо явлениях и желают собрать фактический материал.

Между этими двумя случаями различие не всегда бывает резким. При проверке гипотезы обычно не ограничиваются тем, что получают только да или нет — в ответ на поставленный вопрос, но прослеживают все обстоятельства явления в подробностях, чтобы не только проверить гипотезу, но и дополнить

ее и исправить в деталях. Во втором случае также по большей части результат в общих чертах заранее предугадывается, так как невозможно приступать к опытным исследованиям, не имея никаких предварительных соображений о результатах опытов. Поэтому второй случай, т.-е. экспериментирование для получения недостающих фактических данных, можно рассматривать также как проверку неопределенных гипотез, указывающих в общих чертах направление исследований. При помощи аналогий намечаются некоторые весьма правдоподобные, но и весьма неопределенные предположения о возможном результате экспериментов. Пусть, например, мы исходим из того факта, что вещество А обнаруживает некоторые любопытные особенности по отношению к действию агентов М и N. Вещества В, С, D отчасти сходны с А, отчасти отличаются по некоторым свойствам. Возможно составить неопределенную гипотезу, что какие-либо вещества В, С, D обнаруживают какие-либо достойные внимания особенности при сопоставлении их с агентами М и N. Такая гипотеза будет служить темой особой экспериментальной работы и в ряде опытов будет не столько проверяться, сколько заполняться конкретным материалом.

Во всех указанных случаях от природы объекта исследования зависит, идем ли мы от следствий к причинам или наоборот, и применяем метод аналогических замещений или же более элементарные методы Милля.

Специальные гипотезы проверяются посредством сравнения с фактами их следствий. Предварительная работа при этом продельвается на бумаге или в голове исследователя; теория в деталях указывает всю обстановку опыта; часто нужен бывает только один заключительный эксперимент для проверки целого ряда рассуждений. Это — путь от оснований к следствиям; логическая схема эксперимента здесь весьма несложна и легко подходит под тот или иной из методов Милля. Точно так же бывает проста схема опытов, когда собираемый фактический материал должен характеризовать в качественном или количественном отношении какие-либо свойства данных объектов.

Но экспериментальным исследованием по преимуществу, создающим особые методы, интересные в логическом отношении, можно считать только разыскание неизвестной специфической причины явления. Правилom при этом является — возможно

более видоизменять условия опытов, возможно более варьировать компоненты известной полной причины.

К этому второму случаю можно также отнести те опытные исследования, которые предпринимаются для нахождения наиболее благоприятствующих условий для какого-нибудь процесса. Подобные задачи также решаются путем попыток по методу аналогических замещений.

6. СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ПРИЧИНА

В заключение скажем еще несколько слов о значении понятия специфической причины.

В тонких и деликатных построениях современной экспериментальной науки бросается в глаза одно обстоятельство, о котором я упомянул мимоходом в начале главы; никакое явление не имеет значения и интереса, не имеет даже названия, взятое изолированно, вне отношения к другим явлениям. Этим я хочу сказать не только то, что все явления должны рассматриваться во взаимной связи, но и то, что одно явление наслаивается на другом и, в свою очередь, служит основанием для наслаивания следующего явления. Если рассматривать одно явление как норму, то другое явление будет отклонением от этой нормы, а третье — отклонением от отклонения и т. д. Можно сказать еще так: одно явление представляет базис, на этом базисе возникает другое явление, в качестве надстройки, причем на этой надстройке, как на базисе, возникают все новые надстройки.

Прямолинейное распространение света есть простое нормальное явление. При известных условиях явление усложняется, происходит дисперсия света, т.-е. преломление или рассеяние. В некоторых же случаях наука имеет дело с аномальной дисперсией, причем последняя имеет свои законы.

Кроме прямолинейного распространения света и преломления его, имеет место еще двойное преломление. На этом базисе возникает новое явление: один из двух возникающих таким образом лучей может быть поляризован в определенной плоскости. На этом базисе возникает еще надстройка: плоскость поляризации луча может подвергнуться отклонению. Приведем еще пример из области химии. Медленное течение некоторой реакции является базисом. На этом базисе возникает надстройка: ускорение реак-

ции при помощи катализатора. На этом базисе возникает новая надстройка: отравление катализатора и парализование его способности к действию. Затем можно, в свою очередь, бороться и с этим связыванием или отравлением катализатора и т. д.

Теперь, мне кажется, для читателя должно быть ясным, что простые приемы, изложенные Миллем, по меньшей мере недостаточны для исследования столь тонких явлений.

Причина или часть причины базиса всегда является частью причины надстройки. Если прекращается основное явление, то, конечно, прекращается тем самым и надстройка. Но экспериментатору нужно не это; ему нужно нащупать тот нерв, то добавочное обстоятельство, которое производит отклонение от нормы, и без которого мы имеем в нетронутом виде базис и не имеем надстройки. Ему нужно, далее, не случайную модификацию этой добавочной причины, а подлинный нерв усложняющего явления; одним словом, ему нужно найти специфическую причину. Рассматривая явления как прогрессирующие наслоения друг на друге, исследователь имеет перед собой совокупность фактов в легко обозримом виде, в виде упорядоченной системы. Зная специфическую причину каждого наслоения, усложнения или отклонения от нормы, он всегда может выбрать наиболее выгодные при данных условиях средства для воспроизведения любого явления. Наконец, если он сделал измерения и выразил добытые им результаты на точном языке цифр и формул,— он может считать законченной работу экспериментального исследования.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ИНДУКТИВНЫЙ И ДЕДУКТИВНЫЙ МЕТОД В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

1. БОРЬБА МНЕНИЙ В ФИЗИКЕ

Из всех наук, трактующих неживую природу, физика в настоящее время является наиболее разработанной; она занимает центральное положение как по важности своих открытий, так и по совершенству методов. Такие науки, как химия, астрономия и проч., находятся в зависимости от физики, получая от нее многие методы и вспомогательные средства для исследования. Ввиду этого для логики естествознания весьма важно исследовать ту борьбу мнений, те непрерывные битвы, которые происходят в области физики. Это тем более поучительно, что принципиальные разногласия не ограничиваются общефилософскими рассуждениями и соображениями о методе, но распространяются на специальные вопросы, на результаты отдельных исследований. По каждому существенному вопросу физики: об электричестве, о теплоте, об эфире, о строении материи, об энергии и проч., высказываются принципиально расходящиеся воззрения. С точки зрения логики борьба ведется между дедуктивным и индуктивным методом.

Индуктивный метод (см. гл. I) есть метод умозаключений от следствий к основаниям. При этом исходят из наблюдаемых фактов, которые рассматривают как следствия некоторых, еще неизвестных обстоятельств, являющихся причинами наблюдаемых фактов, и затем строят силлогизмы по данным следствия. Те допущения, которые при этом делаются, стараются проверить путем выведения новых следствий и сопоставления последних с фак-

тами. Этот метод, естественный и необходимый, единственный, который дает нам возможность что-либо знать об окружающем мире, не свободен, однако, от некоторой недостоверности, от риска впасть в ошибку, сделать ложное допущение. Стремление избежать указанной недостоверности и риска и побуждает многих ученых отвергнуть индуктивный метод и ввести в физику метод дедуктивный. Наиболее общим образом дедуктивный метод характеризуется тем, что он или вовсе не допускает возможности индуктивных умозаключений, т. е. умозаключений от следствий к основаниям, или же стремится свести их к минимуму. Всякая гипотеза, всякое объяснение наблюдаемых явлений есть подобное заключение от следствий к основаниям; отсюда — стремление обходиться вовсе без гипотез, запрещенное объяснять явления, предписание исследователю только описывать наблюденные факты и делать выводы из них.

Последовательное проведение дедуктивного метода в физике наталкивается на огромные трудности. Трудность обходиться без гипотетических допущений при исследовании природы граничит с полной невозможностью; дедуктивный вывод из фактов безусловно невозможен, так как единичные факты не могут служить посылками общих силлогизмов; всякое обобщение есть уже заключение от следствия к основанию (см. I, 4). Поэтому, иногда приходится встречаться с наивным дедуктивным методом, неудачно проведенным, впадающим в противоречие с самим собою. Подобный наивно проведенный дедуктивный метод мы находим, например, в работах Маха и Оствальда. Названные ученые поставили своей задачей «обходиться без гипотез», но в действительности лишь заменили одни гипотезы другими. В самом деле, положенный в основу их учений «принцип экономии» рассматривается ими не только как правило для исследования, но фактически также и как свойство самой природы и поэтому является не чем иным, как гипотезой.

На смену энергетике Маха и Оствальда явился символический метод. Символисты — главным образом французские исследователи, среди которых могут быть названы Дюгем, Пуанкаре, — избежали указанной непоследовательности и провели дедуктивный метод, нигде не впадая в противоречие. Дедуктивный метод, доведенный до логического конца, принимает весь аппарат гипотез современной физики, в то же время безусловно не допу-

ская заключений от следствий к основаниям. Принимая какую-либо гипотезу, теоретики символического метода в то же время не допускают и мысли, что гипотеза может дать какие-либо, хотя бы проблематичные, сведения о реальном мире, но рассматривают всякую гипотезу просто как условно принятую посылку, более или менее удобную для того, что бы из нее дедуцировать факты. Задача исследователя сводится к тому, чтобы все многообразие наблюденных фактов свести к небольшому числу основных положений, от которых можно снова было бы притти к любому факту, идя дедуктивным путем. Так создается искусственная система символов, позволяющая наиболее экономным образом охватить и изучить всю область явлений природы. Гипотезы в подобной системе принимаются или отвергаются по их удобству или неудобству для дедукций, но никак не потому, соответствуют они или нет действительным отношениям в природе, так как символический метод не входит в рассмотрение последнего вопроса. Последовательно проведенный дедуктивный метод, стало быть, является как бы равносильным скептицизму. Однако мы напрасно стали бы искать философских мотивов подобного скептицизма; теоретики вовсе не оспаривают возможности познания реального мира, но только считают этот вопрос выходящим из компетенции данной специальной науки.

Открытия новейшего времени решительно подорвали значение символического метода. В настоящее время не то, что неудобно, но совершенно невозможно отрицать значение заключений от следствий к причинам, невозможно отрицать существование атомов, электронов и прочих скрытых от нашего глаза причин явлений, сведения о которых может дать только индуктивный метод. Символический метод, следовательно, можно также считать отжившим.

Борьба между индуктивным и дедуктивным методом фактически проявляется в настоящее время как борьба между классической физикой и релятивизмом.

Сторонниками классической физики являются преимущественно натуралисты-экспериментаторы, изучающие реальную природу. Изучение природы является их целью, а математика, с ее сложным аппаратом,— только вспомогательным средством. Изучая явления природы посредством умозаключений от следствий к причинам, они считают существенно необходимым про-

верить каждый шаг, каждую деталь своих допущений о строении вещества. Такой метод характеризуется поэтому известным равновесием между экспериментальной и теоретической частью исследования; его мы называем индуктивным по сравнению с другим методом; может быть, было бы правильнее называть его дедуктивно-индуктивным.

Сторонники релятивизма — преимущественно математики, которым свойствен известный индифферентизм по отношению к реальным явлениям. Построение стройной математической системы является для них самоцелью, а материал, который дают эксперименты, — только вспомогательным средством, наводящим математическую мысль на построение весьма общих теорий. Детальная опытная проверка всех построений при этом признается излишней, выдвигается принцип простой непротиворечивости фактам. Грандиозные построения спекулятивной математической мысли в значительной степени выходят из рамок какой бы то ни было возможности экспериментальной проверки; теория считается торжествующей, если хотя бы один процент ее выводов может быть фактически проверен. Математики строят скорее теорию возможного мира, нежели реального. Такое отношение к вопросу о проверке покоится в конечном счете на отрицании реальности, лежащей в основе явлений. Согласно традициям дедуктивного метода, задача теории заключается не в том, чтобы восходить от явлений к реальности, лежащей в их основе, а в том, чтобы с помощью математических конструкций приводить явления в наиболее стройную систему. Вместе с тем математики стремятся лишить экспериментальное исследование всякой самостоятельности и превратить его в простую проверку теоретически предугазанных результатов.

Трудно исчерпывающим образом определить, что именно мы понимаем под классической физикой, во всяком случае мы ее отнюдь не отождествляем с физикой Ньютона. Классическая физика представляет собою особое направление в науке, которое можно характеризовать как гармоническое единство между экспериментальной и теоретической стороной, между индукцией и дедукцией. Теорию квант и даже теорию Бора возможно отнести к классической физике, между тем очевидно, что теория Эйнштейна решительно противоречит принципам и методу классической физики.

С точки зрения логического метода вопрос опять-таки сводится к тому, что в классической физике доминирующую роль играют умозаключения от наблюдаемых следствий к скрытым причинам, лежащим как бы за кулисами явлений, тогда как теория Эйнштейна не допускает таких умозаключений. Теория Эйнштейна стремится наиболее общим образом описывать явления, не заботясь об их объяснении. Гипотезы, к которым прибегает Эйнштейн, носят абстрактно-математический характер: реальные свойства вещества заменяются формальными свойствами некоторой системы. Принцип относительности стремится выводить явления из нескольких абстрактных постулатов, приспособляя для этой цели грандиозный математический аппарат. Таким образом, при изменившихся условиях, Эйнштейн продолжает дело Маха и символистов.

Исследования последних десятилетий совершенно изменили наши взгляды на строение вещества. Нам открылись новые горизонты и новые миры, самое существование которых недавно еще не подозревалось. Перед нами открылся мир электронов и излучений, совершенно своеобразный, имеющий особые законы, дающий примеры явлений совершенно нового типа. В увлечении столь ошеломляющими успехами, многие исследователи решительно порывают с классическими традициями физики и механики и строят новую механику, в корне противоречащую прежней. Многим кажется, что новейшие исследования не только дополняют и обогащают существовавшую до сих пор науку, но разрушают ее и как бы создают все научное здание заново. Механика Ньютона считается многими авторами уже как бы упраздненной.

Однако, как уже сказано, спор о значении принципов Ньютона далеко нельзя считать законченным, и «упразднение классической механики» нельзя считать общепризнанным в науке.

Прежде всего, механика Ньютона не может быть отрицаема огульно: она основана на целом ряде посылок, логически независимых друг от друга. Поэтому, на-ряду с посылками, которые действительно устарели, классическая механика содержит посылки, всецело сохранившие свое значение, такие, которые должны быть положены в основу дальнейших исследований. На-ряду с логическим анализом основных посылок классической механики должен быть выполнен также анализ основных посту-

латов теории Эйнштейна. Последний должен выяснить связь между постулатами Эйнштейна и условными соглашениями математиков-символистов.

Однако в настоящем сочинении мы не можем останавливаться на указанном анализе теории Эйнштейна; эта работа выполнена нами в другом месте (см. И. Орлов «Классическая физика и релятивизм». Сборн. «Диалектич. материализм и принцип относительности» Ленгиз 1925 г., см. также «Под знаменем марксизма» № 3, 1924 г.).

2. ПОНЯТИЕ МАССЫ

Индуктивный метод нашел классическое выражение в механике Ньютона. Всякая попытка проведения дедуктивного метода в физике являлась оппозицией Ньютону и неизбежно начинала с критики основных положений и метода Ньютона.

В споре о значении принципов Ньютона есть одна любопытная сторона, которая должна броситься в глаза всякому внимательному читателю «Principia» Ньютона: идеи Ньютона рассматриваются обычно не в их подлинном виде, но через призму позднейших интерпретаций. В результате этого получается, что многие, пишущие о механике Ньютона, имеют о ней не только неясное, но часто совершенно превратное представление: в термины Ньютона вкладывают не тот смысл, какой они имели в эпоху, современную Ньютону, и таким образом совершенно искажают его мысли.

Необходимо поэтому прежде всего заменить того условного Ньютона, о котором рассуждают современные авторы, подлинным историческим Ньютонем; необходимо воспроизвести мировоззрение Ньютона, как оно выражено в его «Principia». Без такого обращения к подлиннику невозможно разрешить спор о старой и новой механике.

В основе механики Ньютона и в основе всей его философии лежат следующие четыре постулата, или, как он их назвал, определения:

1) Количество материи есть мера таковой, устанавливаемая пропорционально плотности и объему ее.

И далее, через несколько строк: это же количество подразумеваю под названием тело или масса.

2) Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе.

3) Врожденная сила материи есть присущая ей способность к сопротивлению, по которой всякое, отдельно взятое тело, поскольку оно предоставлено самому себе, удерживает свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

4) Приложенная сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного движения по прямой («Principia», перев. А. Н. Крылова. «Известия Ник. Морск. Акад.» вып. IV).

Прежде всего рассмотрим, что разумел Ньютон под «количеством материи». Материя в естествознании рассматривается, как субстрат или носитель свойств — не одного какого-либо свойства вещества, но всех его свойств. Поэтому под «количеством материи» у Ньютона подразумевается некоторая величина, имеющая в одинаковой мере отношение ко всем свойствам вещества. Предполагается, что, какое бы из свойств вещества мы ни взяли, в количественном отношении оно будет пропорционально прежде всего количеству материи, обладающей этим свойством. Таким образом, Ньютон указывает, что, производя измерения двоякого характера (плотности и объема), при чем при измерении не принимается во внимание ни химический состав тела, ни его структура, можно, тем не менее, получить результат, количественно характеризующий все без исключения свойства тела.

Но как возможно говорить о разнородных химических телах, что они заключают в себе равные количества материи? Пусть мы имеем кусочек свинца и некоторый объем воздуха. Если Ньютон находит возможным приравнять материю свинца материи воздуха, то очевидно, что он допускает нечто третье, некоторый масштаб для количественного сравнения. Таким масштабом может быть только первичная материя, из которой составлены и свинец, и воздух, и все другие тела. Итак, здесь подразумевается гипотеза, без которой Ньютонovo определение лишается смысла; эту подразумеваемую гипотезу можно формулировать так: существует первичная материя, из которой состоят все тела; масса тела должна равняться количеству первичной материи, содержащейся в теле.

Подлинная мысль Ньютона именно такова. В начале третьей книги «Principia» (первое издание 1687 г.) среди основных ги-

потез мы находим следующую: «Каждое тело может преобразоваться в тело другого какого-либо рода, проходя через все промежуточные ступени качеств». Без такой гипотезы, высказанной или подразумеваемой, определение массы оказалось бы ничего незначащей фразой.

Но откуда Ньютон взял указанные идеи первичной материи и превращения тел? Эти идеи были популярны в его эпоху, они принадлежат алхимии, которая еще не была окончательно скомпрометирована к тому времени. В широких кругах естествоиспытателей неизвестно, что и сам Ньютон был отчасти алхимиком, что он не только в теории был уверен в возможности превращения тел, но и производил опыты в указанном направлении. Следы его алхимических воззрений можно найти как в первом, так и во втором издании «Principia».

«Пары, производимые солнцем, неподвижными звездами и кометными хвостами, могут от своего тяготения падать в атмосферы планет, здесь сгущаться и превращаться в воду и в влажные спирты и затем от медленного нагревания постепенно переходить в соли, в серы, в тинктуры, в ил, в тину, в глину, в песок, в камни, в кораллы и другие земные вещества» («Principia», кн. III, стр. 588 русск. пер.).

Здесь интересна также алхимическая терминология. Но, так или иначе, идея первичной материи или возможности превращения тел логически необходима для определения ньютоновской массы. По существу же мы видим, что Ньютон не ошибся, допустив первичную материю, так как на наших глазах первичная материя стала осязательной. Современная физика учит об электрической природе всякой материи. Отрицательные электроны одинаковы во всех атомах; после открытия Астоном изотопов мы то же самое с уверенностью можем сказать и о положительно заряженных атомных ядрах. Раньше допущение, что все атомные ядра построены из одной простой единицы, встречалось с той трудностью, что атомные веса элементов представляют собою дробные величины. После того, как Астон элементы с дробным атомным весом разложил на изотопы, имеющие в качестве атомного веса целое число, указанное затруднение исчезло.

В новой физике мы встречаемся с направлением, отрицающим самое существование материи. Для этого направления определение массы Ньютона, конечно, неприемлемо; оно стремится заме-

нить определение Ньютона определениями чисто формального характера. Сравним с ньютоновским определением массы те определения, которые дают позитивисты:

«Телами, имеющими равные массы, мы называем такие, которые при взаимодействии сообщают друг другу равные и противоположные ускорения. Если мы примем за единицу взятое для сравнения тело А, то массу m мы припишем тому телу, которое телу А сообщает в m раз большее ускорение по сравнению с тем, которое оно само получает от тела А. Отношение масс есть отрицательное и обратное отношение взаимных ускорений... В нашем понятии массы не заключается никакой теории; «количество материи» в нем совершенно излишне, в нем содержится лишь точное установление, описание и обозначение факта» (Мах: «Механика»),

«Даже в хороших учебниках можно найти в качестве определения массы бессмысленное выражение: масса есть «количество материи», при чем не дается никакого указания, как это количество измерять. Из предыдущих соображений вытекает подходящее к делу определение массы, как емкости энергии движения» (Оствальд: «Натурфилософия»).

«Во-первых, мы видим, что масса какого-нибудь тела находится в отношении к некоторому тельцу — эталону, или что масса есть всегда относительное количество. Во-вторых, масса оказывается простым числом, представляющим отношение ускорений. Мы имеем, таким образом, перед собой вполне ясное и понятное определение» (Пирсон: «Грамматика науки»).

Нельзя, конечно, отрицать логической строгости подобных определений. Но дело в том, что определение Ньютона дает бесконечно больше. Количество энергии движения, поглощаемой телом, есть осязательный факт; но и количество всякой другой энергии, находящейся в теле, также пропорционально массе тела. Количества потенциальной энергии, химической, тепловой, точно также пропорциональны массе тела. Если мы разрежем хлеб и будем сравнивать два куска между собою, то не только емкости по отношению к ускорениям, но и питательности этих кусков будут пропорциональны массам. Совершенно непонятно, как, исходя из позитивных определений массы, можно связать эти разнородные свойства и объяснить, почему питательности обратно пропорциональны ускорениям. Между тем материали-

стическое определение Ньютона делает указанный факт само собою разумеющимся.

Позитивист со своим определением массы неизбежно попадает в смешное положение человека, у которого теория расходится с практикой. Пусть хотя бы тот же самый Оствальд желает приобрести для своей лаборатории несколько миллиграммов радия. Ему не придет в голову сомневаться, что за два миллиграмма радия следует заплатить вдвое больше, а за три — втрое больше, нежели за один миллиграмм. Откуда же берется подобная уверенность в том, что активная энергия также окажется обратно пропорциональной ускорениям? Очевидно, что с понятием «миллиграмм» против воли связывается именно понятие о некотором количестве материи. Таким образом, утверждать, что масса есть не что иное, как единица, деленная на ускорение и взятая с обратным знаком, или что-либо подобное,— значит убеждать себя в том, что мы знаем меньше, нежели знаем на самом деле.

Позитивисты просмотрели ценную идею, заключающуюся в определении Ньютона. Эту идею можно выразить так: существует универсальный коэффициент пропорциональности, или масса, который должен войти во всякое выражение, количественно характеризующее тело, коэффициент пропорциональности, не зависящий ни от строения, ни от химической природы тела, зависящий только от количества первичной материи, содержащейся в теле.

Поэтому, с точки зрения материализма, вполне понятно, почему инертная масса равна тяжелой массе, почему недавно открытые колоссальные запасы внутри-атомной энергии в телах также пропорциональны массе и т. п.

3. СИЛА

Третье и четвертое определения Ньютона указывают на весьма важное для его системы различие между врожденной силой материи и извне приложенной силой.

Хотя Ньютон относился отрицательно к основному труду Декарта по физике, хотя он исходил не из субстанциального протяжения Декарта, но из атомов и пустоты, но он все же усвоил многие картезианские идеи, которые были общепризнанными в его эпоху. Так, он принимал, вслед за Декартом, что тела могут действовать друг на друга только посредством толчков и давлений, при чем давления он также представлял как сумму толчков. Такие внешние толчки Ньютон и называл приложенной силой. Замечательно, что Ньютон считал силой, врожденной материи, только силу инерции; все же остальные силы, в том числе и силу тяжести, он рассматривал как силы, извне приложенные.

Согласно третьему определению, телу врождена способность сохранять состояние покоя или равномерного движения по прямой; это значит, что телу не врождена способность ускоренно стремиться к другому телу. По отношению друг к другу частицы материи обладают не способностью взаимного влечения, но способностью сопротивления этому кажущемуся влечению. Нелепо было бы допускать, что материи врождены две способности: стремление к равномерному и стремление к ускоренному движению. Но Ньютону и нельзя приписывать такой нелепости. Ньютон определенно заявляет: «Я отнюдь не утверждаю, что тяготение существенно для тел. Под врожденною силою я разумею единственно только силу инерции. Она неизменна. Тяжесть при удалении от земли уменьшается» («Principia», III, стр. 451 русск. пер.).

В известном письме к Бентлею Ньютон ясно высказал свой взгляд на природу тяготения. «Нельзя представить себе, каким образом неодушевленное, грубое вещество могло бы без посредства чего-либо постороннего, которое не материально, действовать на другое вещество иначе, как при взаимном соприкосновении. А так должно бы быть, если бы тяготение было в смысле Эпикура присуще материи... Допустить, что тяготение врождено материи, присуще ей, так что одно тело должно действовать на расстоянии через пустоту на другое без посредства чего-либо постороннего, помощью которого действие и сила от одного тела проводятся к другому, есть для меня такая нелепость, что, полагаю, в нее не впадет ни один человек, способный к мышлению о философских вещах».

В другом месте Ньютон говорит, как он представляет себе тот механизм, посредством которого тела, находящиеся на расстоянии друг от друга, все же вступают во взаимодействие.

«Следует прибавить о некотором тончайшем газе, проникающем все твердые тела и находящемся в них; деятельность этого газа и является той силой, вследствие которой частицы тел на малых расстояниях влекаются друг к другу и, соприкасаясь, сцепляются. И наэлектризованные тела действуют на более значительное расстояние, отталкивая и притягивая соседние легкие тела» (*Principia*, III, Scholium Generale).

Впрочем, Ньютон оставил этот вопрос открытым, так как ему не удалось «из опыта и наблюдения дать удовлетворительное доказательство существования той среды и способа, каким она действует, производя явления природы».

Итак, мы видим, что третье определение изложено в наивно-картезианской форме. Но оно содержит также и оригинальную, весьма важную идею, которой не было у Декарта. Та мысль, что тело, предоставленное самому себе, будет сохранять свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, взята Ньютоном у Декарта, равно как и принцип невозможности действия на расстоянии. Но идея пропорциональности сопротивления массе — вполне оригинальная идея Ньютона; а только после введения этой идеи получился тот принцип инерции, который лежит в основе механики. Ньютон вводит здесь понятие инертной массы и указывает на его связь с количеством материи.

Но фактически тела отклоняются от равномерного прямолинейного движения; из третьего определения следует, что причиной подобного отклонения является не внутреннее свойство тела, а нечто внешнее — приложенная сила. Таким образом, третье определение вызывает необходимость в четвертом.

Четвертое определение равносильно следующему положению: в природе или среде, в которой помещены тела, существуют силы, т.-е. причины механического характера, которые стремятся изменить состояние покоя, или равномерного движения тел по прямой, посредством толчков или давлений.

Из предыдущего следует, что мысль Ньютона именно такова. Что же именно представляют собою силы?

Критики Ньютона причисляют силу к тем понятиям, которые должны быть изгнаны из физики. При этом указывают на то, что понятие силы носит антропоморфный характер: по мнению критиков, понятие силы создается по аналогии с переживаемым нами чувством усилия, при чем тела произвольно наделяются различными свойствами, способностями и сущностями.

По отношению к «врожденной силе материи» мы можем, пожалуй, согласиться с этим возражением. Мы теперь не так наивны, чтобы утверждать, что такая-то сила непосредственно врождена материи; а, может быть, она является производным эффектом, — скажем мы теперь. Например, согласно современным взглядам, инерция также не «врождена» материи, а обусловлена электрическими свойствами материи. Но по отношению к внешней приложенной силе указанная критика обнаруживает только полное непонимание Ньютона. Идея приложенной силы является одной из удачнейших идей Ньютона, одной из наиболее принесших пользы науке.

В четвертом определении Ньютон не приписывает материи никакой особой способности, но только допускает, как упомянуто, существование механических причин, сообщающих ускорения телам. Каковы же эти причины? Это могут быть толчки, давления, вихри, как думали в эпоху Ньютона, это могут быть напряжения упругие или электрические, какие принимаются в новейшей физике; вообще, это могут быть какие угодно причины. Ньютон в известных случаях считает возможным игнорировать детали и природу скрытых механизмов, сообщающих ускорения телам, и изучать только общий результат их действия. Так как, например, тяжесть, по Ньютону, не есть способность, врожденная материи, то должен существовать особый механизм, побуждающий тела устремляться друг к другу. Но для астрономии, например, природа механизма, производящего тяготение, вполне безразлична. Каковы бы ни были детали этого механизма, общий результат, который можно выразить посредством математической формулы, будет тот же самый. Поэтому Ньютон говорит о тяготении, как о приложенной силе, действующей пропорционально массам и обратно пропорционально квадрату расстояния.

Итак, приложенная сила, по Ньютону, — это общее название для скрытых механизмов, сообщающих ускорения телам, природу которых (т.-е. механизмов) можно временно игнорировать,

выразив математической формулой общий эффект их действия. Такой метод общей характеристики сил природы оказал в естествознании огромные услуги. Это оригинальный прием Ньютона; такой прием не был известен Декарту. Последний во всех случаях стремился а priori воспроизвести все детали скрытых механизмов, Ньютон же избегал таких произвольных построений.

Его известное изречение «*Hypotheses non fingo*» (я не измышляю гипотез) направлено непосредственно против картезианцев. Исторически несомненно, что Ньютон к гипотезам прибегал, но произвольные конкретные построения картезианцев он заменял понятием приложенной силы.

4. ЭНЕРГЕТИКА

Изложив принципы Ньютона, которые являются принципами традиционной классической физики, перейдем теперь к изложению дедуктивного метода. Начнем с энергетике Маха и Оствальда, которая представляет собою первую заслуживающую внимания попытку проведения дедуктивного метода в физике.

Названные ученые не допускают вовсе того рода умозаключений, которые я называю индуктивными (см. I, 1); они желают строго придерживаться фактов и отвергают возможность внесения каких-либо мысленных добавлений к наблюденному фактическому материалу. Мах говорит, что ряд мыслей должен быть строго параллелен ряду фактов и не должен заключать в себе ничего лишнего. Единственно, что Мах считает допустимым, это то, чтобы ряд мыслей был не простым описанием фактов, но экономически обобщенным описанием, т.-е. сводил бы многообразие фактов к одной формуле, из которой возможно дедуцировать все наблюденные факты. Во имя этого Мах и Оствальд резко критикуют механистическое воззрение на природу и отвергают все связанные с ним гипотезы, как вредные и произвольные выдумки.

Но, высказываясь таким образом, Мах и Оствальд остаются все же естествоиспытателями, интерес которых направлен на явления окружающей природы, а не на отвлеченные математические выкладки. Поэтому они сейчас же заменяют одно мировоззрение другим и на место механики ставят энергетику. Мах и Оствальд критикуют гипотезы естествознания не как философы-

скептики, но вследствие горячего положительного убеждения в простоте природы, в простоте качеств, в несводимости их друг на друга; они отвергают гипотезы не потому, что считают все гипотезы недостоверными, но потому, что считают их ложными. Они отвергают механическую теорию тепла и многие другие теории не потому, что считают доказательства этих теорий недостаточными, но потому, что из их предпосылок вытекает взгляд на теплоту, свет и т. под., как на простые явления, неразложимые далее и несводимые ни к процессам движения, ни к какому-либо другим элементарным процессам.

Мах и Оствальд ставят своим идеалом «ясное, свободное от гипотез воззрение на природу», но легко видеть, что в результате получается лишь замена одних гипотез другими.

Все гипотезы можно разбить на две категории. Во-первых, гипотеза бесконечной сложности строения вещества и гипотеза единства всех сил природы, а затем многие другие гипотезы, органически связанные с первыми и вытекающие из них. Во-вторых — гипотеза простоты природы, гипотеза объективного существования простых, несводимых друг на друга качеств в природе и все гипотезы, из них вытекающие. Гипотезы первой категории решительно отвергаются и рассматриваются как недопустимое вторжение метафизики в естествознание; гипотезы второго рода не признаются вовсе за гипотезы, но принимаются как свободное от гипотез естествознание — вот выраженная в кратких словах сущность энергетического мировоззрения. Таким образом «гипотезами» энергетики признают не все гипотезы, а только те, которые они отвергают. Оствальд критически относился к атомистической теории вещества и, с своей стороны, горячо отстаивал тот взгляд, что вещество имеет не атомистическое, или зернистое, строение, но сплошное. Этот свой взгляд Оствальд отнюдь не считал гипотезой. Он заметил, что и он также придерживался «гипотезы», только в тот момент, когда под влиянием новейших экспериментальных исследований он был вынужден от своей первоначальной гипотезы отказаться и признать атомистическое строение вещества.

Из того же допущения простоты природы вытекает своеобразное понятие энергии Оствальда.

Количество энергии, находящейся в теле, определяется в физике, как внешний механический эквивалент тех изменений,

которые произойдут в теле, если оно из данного состояния перейдет в другое, условно принятое нормальным.

Физика лишена возможности учесть полное количество энергии тела, так что учет энергии носит до известной степени условный характер. Кроме того, понятие энергии гипотетично, так как при определении энергии тела мы допускаем, во-первых, что тело может быть переведено в нормальное состояние, и во-вторых, что при подобном переходе все потерянное телом количество энергии может быть целиком превращено в работу, между тем и то, и другое возможно только при некоторых идеальных условиях. Вообще говоря, энергия есть способность производить работу; работа же есть преодоление сопротивлений или движение под действием сил. Преодоление сопротивления возможно постольку, поскольку движущееся тело инертно, т.-е. поскольку оно обладает массой. Таким образом, понятия энергии, движения, силы массы оказываются тесно связаны между собою, а через понятие массы связаны с понятием материи. Все указанные понятия образуют ту совокупность посылок, которая необходима для того, чтобы отразить в мышлении свойства реальной действительности. Однако, согласно Оствальду, действительность имеет настолько простой характер, что может быть отражена в мышлении посредством одного лишь понятия энергии.

Из гипотетического понятия, неотделимым образом связанного со многими другими понятиями физики, Оствальд сделал особую, самостоятельную сущность. Он отбросил понятие вещества как бы для того, чтобы придать свойства вещества своим энергиям. Тепловая энергия, энергия движения, энергия формы, энергия объема, энергия положения и проч. — это все простые сущности, обладающие характером элементарных веществ, совершенно независимые друг от друга, хотя и взаимно превратимые. Та постоянная связь между различными энергиями, которую мы всегда находим в природе, по Оствальду, явление чисто случайное; различные энергии могут образовывать между собою комплексы, но могут также существовать отдельно и совершенно изолированно. Вытекающая из понятия материи идея общей для всех энергий емкости, пропорциональной массе, совершенно чужда энергетике. Согласно Оствальду, каждый род энергии обладает своим особым фактором емкости, при чем факторы емкости различных энергий абсолютно независимы друг от друга.

Оствальд пытается объяснить, почему мы встречаем энергии в природе всегда в виде комплексов, а не отдельно; однако тесная связь и строгая пропорциональность между всеми энергиями, находящимися в теле, остается для него непонятной случайностью.

На опыте мы никогда не находим никакой изолированной энергии; мы никогда не наблюдаем, например, энергии формы отдельно от энергии положения, или энергии движения без энергии объема и многих других энергий. Поэтому, говорить о какой-либо изолированной энергии, независимой от вещества, это значит говорить о том, чего наука никогда не наблюдала, это значит, иными словами, предлагать гипотезу.

Итак, картина, нарисованная Оствальдом, без сомнения согласна с гипотезой простоты природы, но ни в каком случае не может быть рассматриваема как «естествознание, свободное от гипотез».

5. СИМВОЛИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Легко понять, что энергетика должна сильно стеснять исследователей, ограничивая свободу выбора научных средств, навязывая гипотезы, исключительно согласующиеся с постулатом простоты природы. Ввиду указанных недостатков энергетика не смогла удовлетворить ни натуралистов, огромное большинство которых тяготеет к индуктивному методу, ни теоретизирующих математиков, которые развили строго последовательное применение дедуктивного метода к естествознанию, известное под именем «символической теории».

Теоретики символического метода (напр., Пуанкаре, Пирсон, Де-Геен) признали необходимость построения гипотез, признали «удобство» механистического воззрения на природу и целесообразность построения механических моделей. Однако упомянутым средствам, т.-е. гипотезам и моделям, символисты приписывают не то значение, которое им приписывалось традиционно. «Некритические» натуралисты так же, как и энергетика, рассматривали гипотезы и модели, как выражения реальных явлений, в качестве таковых принимали их или отвергали. Между тем символисты рассматривают гипотезы и модели только как средства, удобные для математической обработки данных опыта, для сведения их к небольшому числу постулатов, из которых возможно было бы дедуцировать все известные факты, также предсказывать неиз-

вестные. Вопрос об отношении моделей и формул к реальности принципиально исключается.

Пуанкаре так выражает позицию символистов в этом вопросе: «Нас мало касается, существует ли эфир в действительности: это — дело метафизиков, для нас важно, что все происходит, как если бы он существовал, и что эта гипотеза удобна для объяснения явлений (Н. P o i n c a r é «La Science et Hypothèse», Paris, 245 p.); на страницах указанной книги Пуанкаре не раз высказывается подобным образом. Аналогично этому высказываются и другие авторы. «Является ли физика наукой философской?.. Полезно ли с точки зрения ее прогресса знать, существуют ли действительно материя, эфир, атомы, теплота, электричество, одним словом, совокупность всех вещей, представляющихся нашим чувствам так же, или эти чувства являются только обманчивыми видимостями?.. Что касается меня, я думаю, что это совершенно безразлично и что подобные рассуждения приносят большой вред науке, бесцельно задерживая ее эволюцию». (Д е - Г е е н: «Введение в изучение физики; теория субстанции», пер. Колосовского, стр. 9).

Итак, Пуанкаре, Пирсон и Де-Геен предоставляют Маху и Оствальду тратить красноречие в стремлении доказать, что теплота в действительности не есть род движения, что тела в действительности не имеют атомной структуры и т. д. Для них безразлично, что происходит в действительности. Но атомистическая теория и механическая теория тепла дают символы, удобные для описания, и коэффициенты, удобные для выкладок. Такие теории позволяют предвидеть факты, — этого достаточно. Соответствуют ли они действительности? — Это безразлично.

В указанном отношении символический метод ближе к традиционному, чем к энергетике; построение гипотез является индуктивным приемом; оба метода, символический и традиционный, таким образом, широко прибегают как к дедукции, так и к индукции. Но натуралисты прибегают к индукции иначе, нежели математики. Для подлинного натуралиста центр тяжести индуктивных умозаключений лежит не в том, что они объясняют наблюдаемые явления, а в том, что они позволяют судить о явлениях не наблюдаемых. На индуктивные умозаключения натуралист смотрит как на действительный способ получить косвенным путем сведения о процессах, до сих пор не поддающихся непо-

средственному наблюдению, как, например, сведения о мире атомов и электронов. Ввиду этого натуралист пользуется индукцией весьма осторожно, опасаясь сделать ошибочное заключение и стремясь проверить каждую деталь гипотезы, по возможности, путем непосредственных наблюдений, а также путем выведения следствий и проверки последних. Натуралист допускает в качестве гипотезы только то, что представляется для него правдоподобным; в сомнительных случаях он воздерживается от преждевременной конкретизации гипотезы и выражает последнюю в форме общей и неопределенной, подобно, например, гипотезе Ньютона о приложенных силах.

Между тем, индукция, допускаемая символическим методом, носит совершенно другой характер. Здесь факты не рассматриваются, как следствия чего-либо; здесь подыскивается произвольный, более или менее удобный, символ математического характера, который бы позволил логически связать опытные факты, экономно описать и затем дедуктивно воспроизвести их. Все внимание здесь обращено исключительно на обратный процесс дедукции фактов из произвольно построенной гипотезы. Построение же символов и гипотез не признается средством для познания явлений; гипотеза строится заведомо произвольно, она не может быть ни истинной, ни ложной, поэтому она не подлежит никакой проверке, никакому непосредственному сравнению с фактами. Поэтому также считаются излишними и все приемы, выработанные натуралистами с целью избегнуть ложных индуктивных заключений. Символисты готовы спокойно принять любую фикцию, любой парадокс, лишь бы иметь посылки, удобные для математических выкладок. Одним словом, подыскивание логических оснований для данных опыта, которое фактически применяется символическим методом, вовсе не признается здесь логически правомерным умозаключением, но рассматривается как акт произвола, все оправдание которого — в выводе следствий.

Теоретики дедуктивного метода убеждены в том, что и работа натуралиста в конце концов сводится к тому же, т.-е. к подысканию произвольных посылок и к экономному описанию фактов. Когда теоретики дедуктивного метода стремятся изобразить работу натуралиста, то, вследствие односторонней точки зрения, все умственные операции последнего описывают чисто внешним образом, не затрагивая их сущности, наталкиваясь вследствие

этого на многочисленные трудности. В качестве примера такого изложения можно привести D u h e m: «La théorie physique»:

«Войдите в эту лабораторию. Подойдите к этому столу, на котором установлено множество аппаратов. Здесь и гальваническая батарея, и медные проволоки, обвитые шелком, и склянки, наполненные ртутью, и катушки, и железная палочка с зеркальцем. Наблюдатель вставляет в маленькие отверстия металлическое острие штепселя, головка которого сделана из эбонита. Железная палочка приходит в колебательное движение, и от зеркальца, с ней соединенного, отбрасывается на масштаб из целлулоида светящаяся полоска, движение которой наблюдает экспериментатор. Нет сомнения, — перед нами произведен эксперимент. При посредстве колебательных движений этого светящегося пятна физик точно наблюдает колебание железной палочки. Спросите его, что он делает? Полагаете ли вы, что он скажет: «я изучаю колебательное движение железной палочки, соединенной с зеркальцем...». Нет, этого ответа вы от него не получите. Он ответит вам, что он измеряет электрическое сопротивление катушки» (Д ю г е м «Физическая теория», пер. Котляра, 172 стр.).

Без сомнения, экспериментатор мог бы объяснить свои операции следующим образом: «Подобно тому, как движение светлого пятна является следствием движения «палочки», так и движение «палочки», в свою очередь, является следствием некоторого электрического явления — сопротивления катушки. Я потому так внимательно слежу за движением палочки и зеркальца, что могу умозаключать к причинам этих движений».

Но Дюгем не может признать законным такой ход мысли. Вследствие этого Дюгем вынужден дать на нескольких страницах пространные объяснения описанного эксперимента. Объяснения эти сводятся к тому, что экспериментатор занят истолкованием на основе допущенных теорий и символическим описанием колебательных движений палочки, соединенной с зеркальцем.

И далее Дюгем говорит о «весьма сложной интеллектуальной работе» экспериментатора и на протяжении многих страниц описывает внешние признаки этой интеллектуальной работы, не замечая, что ее сущность составляют, главным образом, заключения от следствий к основаниям. Конечно, натуралист отыски-

вает сходное в различном, связывает факты, устанавливает соотношения, вводит легко запоминаемые формулы, классифицирует — все это так, но все это только описание внешних признаков его деятельности. Равным образом можно сказать, что натуралист сидит, ходит, смотрит через стекло, водит пером по бумаге и т. под. — но все это несколько не приближало бы нас к пониманию смысла его деятельности.

Так как интеллектуальная работа натуралиста описывается не со стороны содержания, а со стороны ее внешних признаков, то многое, что натуралисту кажется простым и само собою разумеющимся, принимает чрезвычайно сложный и запутанный вид. Умозаключения натуралиста настолько привычны и инстинктивны, что отвлечься от них и изложить результаты исследования, не прибегая к ним, требует значительного остроумия. Любопытный пример такого изложения дает Мило. Он разбирает закон Кеплера: «каждая планета описывает эллипс, в фокусе которого находится солнце». Не замечая, что этот закон является результатом длинной цепи заключений от следствий к основаниям (главным образом, заключений от показаний инструментов к действительному расположению в пространстве небесных тел), Мило находит возможным истолковать этот закон таким образом: «Выбрав несколько основных точек и пользуясь языком обычной геометрии, можно подчинить некоторому отношению известную движущуюся точку, которая, благодаря нескончаемой цепи промежуточных построений, может считаться отвечающей образу некоторой планеты (Мило: «Рациональная Наука». Нов. Идеи в филос. Сб. № 2, стр. 102).

Натуралисту в его работе часто приходится вводить поправки в наблюденные величины с целью исключить возможные источники ошибок. Со всей тщательностью отметив показания инструментов, натуралист, тем не менее, считает необходимым исправить еще какие-то ошибки и вместо величин, данных наблюдением, принимает за истинные некоторые другие величины, более или менее близкие к первым.

Какие ошибки подразумевает естествоиспытатель? и как можно изменять по произволу опытные данные, полученные при помощи точных инструментов? Этот прием совершенно не укладывается в рамки символического метода, и истолкование его доставляет символистам немало затруднений. В конце концов,

символисты считают, повидимому, введение поправок произвольным вмешательством разума.

Между тем для натуралиста дело просто и ясно.

Ошибки, о которых идет речь, это — ошибки в заключениях от следствий к основаниям; для того, чтобы заключать от следствия к причине, необходимо сперва устранить те доли следствия, которые произведены побочными причинами. К этому и сводятся вводимые поправки.

Таким образом, точка зрения «удобства» для натуралиста безусловно неприемлема. Если бы натуралист всерьез принял теорию «удобства» и развил бы ее до логического конца, то он потерял бы всякую перспективу, всякое представление о значении своих открытий. Строго рассуждая, с точки зрения символического метода теория мирового тяготения Ньютона, в сущности, представляет собою не более как совокупность некоторых улучшений в математических приемах вычислений астрономических таблиц.

Точка зрения «удобства» (конечно, принятая всерьез и доведенная до логического конца) исключает возможность прочных построений в физике; при подходящем случае исследователь может спокойно принять любую фикцию и затем столь же спокойно ее отбросить.

Допустим, конечно, всякий прием, приносящий какую-либо пользу и облегчающий работу исследователя. Но это характеризует символический метод как односторонний, имеющий второстепенное и всего лишь подсобное значение.

6. РЕЛАТИВИЗМ

Вместе с успехами физики расширяется область применения математики, но вместе с тем растет опасность извращения перспективы относительно значения математического метода в физике. Некоторые теоретики начинают как бы смешивать между собою физику и математику: такое смешение задач этих двух наук приводит к тому направлению мысли, которое принято называть релятивизмом. Тот пункт, в котором решительно и непримиримо расходятся классическая физика и релятивизм, может быть сведен к вопросу об исследовании реальных причинных связей,

т.-е. опять-таки к вопросу об индуктивном методе, о необходимости умозаключений от следствий к причине.

Пусть дана какая-либо физическая проблема; математик, исследующий ее, отвлекает от реальной действительности условия математической задачи. В дальнейшем математик имеет дело только с условиями своей задачи, но не с элементами реальной действительности.

Условия математической задачи бывают выражены всегда в форме весьма абстрактных соотношений. Для математика вполне безразлично, между какими объектами существуют те соотношения, исследованием которых он занимается. Его интересуют не сущности, которые находятся в тех или иных отношениях между собою, но самые отношения. Но в результате этого математик вовсе забывает, что условия задачи отвлечены от реальной действительности, а не придуманы произвольно.

Математик имеет дело с различными отношениями, но только не с отношениями причинности. В то время как большинство отношений между объектами реального мира суть именно отношения причинности, в математике отношения причинности никогда не встречаются и не могут встречаться. Но приобретенные навыки мысли математик стремится применить и вне той области, где они уместны. Таким образом, когда математик рассуждает о действительности, то вся область причинных соотношений находится вне его кругозора, он рассуждает о такой действительности, в которой нет причинных соотношений. По отношению к причинности математик (и физик математической ориентации) как бы страдает дальтонизмом. Таким образом, понятия «релятивизм» и «причинный дальтонизм» оказываются понятиями равнозначными: релятивист — это физик, страдающий причинным дальтонизмом.

Понятию причинности математики стремятся противополжить понятие функциональной зависимости. Причинные отношения, взятые из реальной действительности, не могут, как такие, быть выражены в форме, удобной для математических выкладок. Поэтому математики отвлекают отсюда, как было сказано, условия задачи. Условия задачи, выраженные в абстрактной форме, в данном случае и представляют собою функциональные зависимости. Далее математики забывают о происхождении своих условий задачи и пытаются нас уверить в том, что и в самой природе

существуют не причинные, а только функциональные соотношения. Таким образом, понятие функциональной зависимости из средства разрешения математических задач становится средством методологической мистификации.

Причинный дальтонизм особенно пышно развернулся за последнее время, но он имеет за собой довольно длинную историю. Было уже указано, что упорное отрицание умозаключений от наблюдаемого факта к скрытой причине является характерной особенностью дедуктивного метода, который защищают все позитивисты.

Д. С. Милль в своей логике не допускает подобных умозаключений к скрытым причинам. Причина должна быть наблюдаена вместе со следствием, как его неизменное предшествующее.

Огюст Конт решительно протестует против того, чтобы физика изучала внутреннюю структуру и способы возникновения явлений. Физика должна оставаться, по его мнению, в пределах наблюдаемых фактов и формулировать математические правила, которым они подчиняются.

Оствальд стремился «обходиться без гипотез» исключительно потому, что он не признавал причинного объяснения. Исключая причинные гипотезы, он допускал «прототезы», т.-е. гипотезы не причинного характера.

Мы видели также, что Мах не допускал и мысли о возможности заключений к скрытым причинам явлений. Он был вполне законченным причинным дальтонистом.

Мы видели также любопытные примеры причинного дальтонизма, которые дают Дюгем и Мило (V, 5).

Пуанкаре не признавал реальных причин и причинных объяснений; физические теории были для него удобными символами и ничем более.

Наконец, Эйнштейн и другие современные релятивисты выставляют в качестве важного методологического постулата правило, называемое ими «законом причинности», согласно которому можно признавать причинную связь только между такими явлениями, которые действительно наблюдаемы.

Легко заметить, что смысл указанного правила сводится к запрещению заключений от наблюдаемых следствий к скрытым причинам. С точки зрения реального исследования природы такое правило является абсурдным, так как причинные связи

объектов в природе не могут зависеть от того случайного порядка, в каком мы их наблюдаем. «Причинный закон», выставляемый релятивистами, является в сущности отрицанием причинного закона и аксиомой причинного дальтонизма; в несколько измененной форме здесь выражено старое требование математического описания явлений.

Соответственно этому, на ряду с отказом от причинных гипотез, получают широкое развитие гипотезы не-причинного характера. Наблюденные факты истолковываются весьма произвольным и сложным образом. Между явлениями допускаются такие соотношения, выраженные математическими уравнениями, которые вовсе выходят из рамок возможности опытной проверки. И это относится не только к теории Эйнштейна. В то время как физик-естествоиспытатель проверяет каждую деталь причинной гипотезы при помощи тонкого эксперимента, математик считает возможным отвергнуть все установленные опытом законы и ввести в теорию всевозможные фикции только потому, что иначе не удастся разрешение той или другой частной задачи математического описания явлений. Таковую картину мы наблюдаем за последнее время, например, в области теории квант. При этом нисколько не обращается внимания на то, что предпринятое ради частного случая коренное преобразование основных понятий не имеет вовсе принудительного характера и принимается без всяких доказательств.

В отношении метода, как мы видим, релятивизм является непосредственным продолжением и развитием символизма, который был рассмотрен в предшествующей статье (V, 5).

Отрицание причинного метода у релятивистов так же, как и у символистов, вытекает из стремления математиков к априоризму, с которым связано забвение реальной действительности. В данном случае в союз с математиками вступает философский позитивизм, отрицающий внешнюю реальность также из априорных соображений.

Математики-релятивисты относятся с известным уважением к эксперименту только в тех областях, где он постоянно дает неожиданности и сюрпризы. Там же, где теория овладела явлениями, опытное происхождение знания забывается, и теоретики утверждают, что в этих областях разум предписывает законы природе, и что в результате эксперимента разум открывает только «свои собственные следы».

«Мы нашли странный отпечаток ноги неизвестного на берегу. Мы создали одну за другой много глубоких теорий для того, чтобы объяснить его происхождение. В конце концов нам удалось реконструировать то существо, которому принадлежит этот след. И оказалось, что это мы сами» — так заканчивает свою книгу английский математик и астроном А. Эддингтон ¹⁾.

Однако Эддингтон не выдерживает последовательно такой точки зрения: «Но разве нет настоящих, подлинных законов внешнего мира? — спрашивает Эддингтон, — законов присущих субстрату событий, законов, которые отражаются в явлениях, в других отношениях управляемых деспотизмом ума. Мы не можем предсказать, каков будет окончательный ответ на этот вопрос; но теперь мы должны допустить, что существуют законы, которые, повидимому, имеют свое местопребывание во внешней природе. Главнейший, если не единственный, из этих законов, это закон атомистичности» ²⁾.

Априоризм оказывается невозможным провести до конца в физике по той простой причине, что экспериментальные исследования продолжаются. Если бы экспериментаторы сказали свое последнее слово и навсегда закончили свои опыты, то релятивисты не преминули бы объявить, что все достигнутые результаты выведены а priori, что ум нашел в природе только то, что сам вложил. Но экспериментальное исследование продолжается, постоянно дает новые результаты, неожиданные для «ума», а иногда идущие вразрез с его ожиданиями. Поэтому Эддингтон делит математическую физику на две области. В первой области благополучно позабыто происхождение знания из опыта, позабыта реальность, позабыто все, кроме дифференциальных уравнений и параметров. Здесь ум предписывает законы природе. Но на ряду с этим Эддингтон не решается отрицать и другую область, где открываются законы самой природы, «посторонние» для ума.

«Поразителен контраст между триумфом научной мысли в одной области, где ей удалось формулировать общую схему законов природы, сводящуюся теперь к принципу наименьшего действия, и неудачами, которые она испытывает в другой области

¹⁾ А. Эддингтон, «Пространство, время и тяготение», стр. 199 русск. пер.

²⁾ Там же, стр. 197.

недавно открытых, но столь же важных общих явлений, связанных с законами атомистичности квант... Но если законы квант в самом деле отличают существующий мир от других миров, возможных с точки зрения ума, то мы должны ожидать, что формулирование их будет гораздо более трудной задачей, чем все, что до сих пор было сделано физикой»¹⁾).

Теория квант готовит еще немало сюрпризов для теоретиков. Вот почему релятивисты не могут объявить атомизм априорным требованием разума. Но рано или поздно физика справится с затруднениями и овладеет теорией квант. Тогда найдутся теоретики, которые задним числом станут утверждать, что эти законы также предписаны разумом природе.

7. ИНДУКТИВНЫЙ МЕТОД

Если от абстрактных математических построений релятивистов, имеющих своим предметом возможный мир, мы перейдем к новейшим успехам экспериментальной физики, исследующей мир действительный, то мы здесь увидим блестящее развитие именно причинного метода. Экспериментальная физика рассматривает все явления, действительно наблюдаемые в эксперименте, как следствия скрытых причин, как бы находящихся за кулисами. Подобное сознательное изучение причин явлений по данным на опыте их следствиям и есть то, что мы определяем как индуктивный метод.

Индуктивный метод в физике, без сомнения, так же стар, как и сама физика, но никогда еще он не проявлялся так рельефно, как в настоящее время. Раньше явления изучались по их ближайшим следствиям; от изучения следствий можно было переходить к изучению самих явлений. Метод косвенных наблюдений мог поэтому подвергаться возражениям; можно было требовать, чтобы от косвенных заключений переходили к непосредственному обнаружению допущенной причины. Ничего подобного невозможно в настоящее время. Изучаются явления внутри атома, которые не только сами не могут быть непосредственно обнаружены, но не могут быть обнаружены и их ближайшие следствия; только весьма отдаленные следствия изучаемых явле-

¹⁾ А. Эддингтом, «Пространство, время и тяготение», стр. 198.

ний могут быть обнаружены и измерены. Задача индуктивного метода заключается в том, чтобы от этих весьма отдаленных следствий добраться до самых явлений.

Маленькие вспышки, наблюдаемые под микроскопом, свидетельствуют о распаде атомов. В других случаях несколько пятен на фотографической пластинке рассказывают нам о массе электрона, о скорости его полета, об увеличении массы в зависимости от скорости, о разложении химических элементов и проч.

Явления, наблюдаемые в прежней физике, имели известный интерес и сами по себе, т.-е. независимо от их причин было интересно их самих по себе описать и охватить математической формулой; изучение их причин могло и в этом случае отходить на задний план. Опять-таки совершенно иную картину мы видим в настоящее время. Те явления, которые столь тщательно наблюдают современные физики, поразительно ничтожны; взятые сами по себе, независимо от их причин. Эти пятна на фотографической пластинке, это разложение спектральной линии на две, на три и более линий — все подобные явления никто не стал бы изучать и описывать, если бы их не соединяла длинная цепь индуктивных умозаключений с их замечательными причинами. Все изучаемые явления находятся где-то там, за кулисами, в тайниках микрокосма, в мире, в который можно проникнуть только посредством индуктивных умозаключений. На поверхности же мы видим только косвенные и отдаленные следы.

Но если это так, то необходимы серьезные гарантии того, что все умозаключения правильны. Индуктивное заключение может быть правильно не в формальном, а в фактическом смысле (см. I, б): оно правильно, если правильно нащупана действительная причина, если все следствия найденной причины точно совпадают с фактами. Так как каждое в отдельности индуктивное заключение может быть ошибочным, то тем более является недоверительным результат длинной цепи индуктивных умозаключений. Однако современная физика дает требуемые гарантии правильности. Во-первых, такой гарантией является поразительная точность всех выводов и построений. Вся предсказанная картина до мельчайших подробностей должна наблюдаться на опыте, и наблюдаемые значения величин должны точно совпадать с предвычисленными, согласно проверяемой теории. Усовершенствуют точность инструментов специально для того, чтобы проверить

выводы из теорий. Таким образом, всякое отклонение теории от правильного пути сейчас же отражается на точности предсказаний. Очевидно, что без той изумительной точности и тонкости эксперимента, которая достигнута современной физикой, было бы совершенно невозможно изучать причины по столь отдаленным следствиям.

Другой гарантией является контролирование одной цепи умозаключений посредством других цепей; всякого результата стремятся достигнуть несколькими различными путями. Ни одно исследование, взятое в отдельности, не может нас убедить в том, что электроны или атомы подсчитаны и измерены правильно. Только близкое совпадение результатов многих исследований, наиболее различных по методам, может дать уверенность в реальности полученных результатов. Новейшая физика превосходно справляется с подобными задачами. Некоторые исследования J. J. Tomson'a, Rutherford'a и Bohr'a являются настоящим триумфом индуктивного метода.

8. СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА И ПРИНЦИПЫ НЬЮТОНА

Несмотря на колоссальные успехи новейшей физики, мы нигде не видим принципиального разрыва с прошлым; важнейшие идеи Ньютона сохраняют свое значение и до настоящего времени, при чем расхождение между идеями Ньютона и современной физикой является скорее кажущимся.

Возьмем хотя бы понятие массы. Согласно современным воззрениям, масса электрона есть «кажущаяся масса», имеющая электромагнитное происхождение; масса не является величиной постоянной, но зависит от скорости; кроме того, в зависимости от направления, различается продольная и поперечная масса. Повидимому, полное противоречие с Ньютоном. Но при этом забывают, что Ньютон и не думал определять массу, как величину, обратную ускорению, но как количество материи. В извест-

ном выражении $\frac{e}{m}$, понимаемом обычно, как отношение электрического заряда к ньютоновской массе, в действительности ньютоновской массой, по смыслу определения Ньютона, является величина e , а вовсе не величина m . В самом деле, инерция частицы, или ее емкость по отношению к ускорениям, взятая изолированно

и абстрагированная от всех прочих свойств, вовсе не подходит под Ньютоново определение массы — масса есть количество материи; но так как выяснилось, что всякая материя имеет электрическую природу, то, следовательно, количество электрической материи, или заряд частицы, и есть ее ньютоновская масса,

и самое выражение $\frac{e}{m}$ представляет собою отношение Ньютоновской массы электрона к инерции этой массы.

Впрочем, намечается и другое истолкование указанной формулы, также согласное с Ньютоном. Есть основания допускать, что инерция не связана с электроном непосредственно, но с окружающим электрон силовым полем или же с напряженным эфиром, окружающим электрон. Инерция тесно связана с количеством эфира, и переменная масса означает переменное количество эфира, приходящего в состояние возбуждения при движении электрона. Точно так же вполне согласуется с идеями Ньютона

и другое известное уравнение $m = \frac{E}{c^2}$ т.-е. масса равняется энергии, разделенной на квадрат скорости света. Это второе уравнение точно так же не может быть истолковано в обычном смысле — в смысле отождествления материи и энергии. Такое отождествление логически не правомерно и вовсе не вытекает из рассматриваемой формулы. В самом деле, всякая энергия определяется не только по количеству, но и по составу; последний характеризуется факторами экстенсивности и интенсивности, или емкости и напряжения. Например, для тепловой энергии фактором экстенсивности является теплоемкость нагретого тела, а фактором интенсивности — температура. Общее количество энергии равно произведению факторов экстенсивности и интенсивности друг на друга. Два равных количества энергии какого-либо рода, имеющие различный состав, например два равных количества тепла, находящиеся при разных температурах, имеют различную ценность и могут производить различный эффект. Инертная масса есть емкость по отношению к энергии движения. Следовательно, отождествлять энергию и массу, значит отождествлять энергию с ее фактором экстенсивности, что невозможно. Отсюда следует также, что рассматриваемая формула не может быть непосредственно применена к кинетической

энергии; при этом получался бы нелепый вывод, что энергия движения обладает емкостью по отношению к самой себе. Следовательно, кинетическая энергия, как такая, обладает собственной массой не может.

Логический анализ приводит к заключению, что формула

$m = \frac{E}{c^2}$ непосредственно может быть применена только к энергии

электромагнитного поля. Только частное от деления электромагнитной энергии на квадрат скорости света равняется инертной массе. Поскольку указанное уравнение применяется ко всякой энергии, постольку всякая энергия рассматривается не как самостоятельная категория, а как суммарная форма проявления электромагнитной энергии. Рассматривая материю, как состоящую из электрических зарядов, вместе с тем принимают, что в основе всяких форм энергии — кинетической, химической, тепловой и проч. — лежит единая электромагнитная энергия. При этом становится вполне логичным и обратное заключение: всякая инертная масса может рассматриваться как признак существования огромного скрытого запаса электромагнитной энергии.

Наконец, физика, поскольку она остается на реалистической почве, отличает движение и то, что движется, энергию и тот субстрат, который обладает энергией. Является вполне естественным и логичным соединять понятие емкости энергии с субстратом, обладающим энергией. С этой точки зрения, субстратом электромагнитной энергии может быть только мировой эфир, а масса электромагнитной энергии есть не что иное, как масса эфира, обладающего этой энергией. Электроны всегда бывают окружены электромагнитным полем; но электроны не могут «создавать» полей или возбуждать их в том смысле, в каком причина производит свои следствия. Реальная причинная зависимость здесь должна быть обращена. Электроны являются простыми узловыми пунктами электромагнитных полей, узловыми пунктами в эфире. Чем меньше диаметр этих узлов, тем больше масса, так как тем большее количество эфира находится в состоянии электромагнитного напряжения.

Необходимо указать, что обе рассмотренные здесь формулы вытекают из теории электронов и, следовательно, логически независимы от теории относительности Эйнштейна.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ЛОГИКА СЛУЧАЙНОСТИ

1. ПОНЯТИЕ СЛУЧАЙНОСТИ

Что такое случайность? Наиболее распространенное и, пожалуй, общепринятое мнение о случайности приблизительно таково: случайность—это явление, причины которого или слишком сложны, или скрыты, или несоизмеримы со своими следствиями и потому нам совершенно неизвестны. Но то, что представляется слишком сложным одному, другому может представиться простым; скрытое и неизвестное для одного—может стать известным другому и т. д.; все подобные определения всецело субъективны. Таким образом, обычно случайности приписывается чисто субъективный смысл: случайность есть мера нашего невежества. Так как все явления детерминированы, то случайность, с этой точки зрения, есть только мнимая случайность, понятие, которому среди объектов ничто не соответствует, и если мы узнаем причины кажущейся случайности, то случайность уже перестает быть таковою.

Подобным образом высказывается о случайности Лаплас ¹⁾. «Здравая философия,— говорит Лаплас,— видит в них (в случайностях) лишь проявление неведения, истинная причина которого—мы сами».

Если этот взгляд справедлив, и то, что мы называем случайностью, есть только наше незнание, то и наука, исследующая случайности — теория вероятностей — имеет лишь субъектив-

¹⁾ «Essai philosophique sur les probabilités». Есть русский перевод «Опыт философии теории вероятностей», пер. А. И. В., под ред. А. К. Власова.

ное значение и дает нечто среднее между знанием и незнанием, т.-е. некоторый суррогат знания. Вместе с тем и замечательный метод, введенный в физику Максвеллом и Больцманом, — мы говорим о статистической механике, — лишается объективной базы. Однако легко убедиться, что взгляд на случайность, как на чисто субъективное понятие, неправилен и во всяком случае недостаточен.

Представим себе, что в один и тот же день произошли два астрономических явления: солнечное затмение и появление на небосклоне кометы, видимой простым глазом. Законы движения небесных тел известны, и совпадение двух упомянутых событий, если бы оно имело место, могло бы быть с точностью предсказано. Но так как, с другой стороны, нельзя установить, что затмение солнца непременно должно сопровождаться появлением кометы или наоборот, то в их одновременности мы должны видеть простое совпадение во времени, или случайность. В данном случае именно потому, что хорошо известны причины этих явлений, мы тем безошибочнее можем определить, что указанное совпадение является случайным.

Если бы случайности были только субъективны, то мы могли бы ошибаться лишь в одном направлении — считать случайными явления в действительности неслучайные. Но возможны и обратные ошибки: мы можем ошибиться, приняв случайные явления за неслучайные. Суеверному и невежественному человеку совпадение затмения солнца с появлением кометы, наверное, не показалось бы случайным.

Английский статистик проф. Боули дает такое определение: «Мы полагаем, что то или иное явление есть дело случая, если наступление этого явления обуславливается многими независимо действующими причинами и если мы не можем исследовать влияния всех этих раздельно действующих причин».

Попытаемся применить это определение к какому-либо конкретному вопросу. Мы не знаем причин, которые привели к тому расположению звезд на небе, какое мы наблюдаем в настоящее время; именно поэтому, согласно проф. Боули, расположение звезд считается случайным. Но допустим, что мы знаем все постоянные причины, все силы, действующие между звездами. Это мало подвинет разрешение вопроса. Для того, чтобы объяснить, почему звезды размещены так, а не иначе, надо знать

предшествовавшее расположение звезд, например, то, которое имело место 10.000 лет тому назад, а также скорости звезд в ту эпоху.

Но прежнее расположение звезд так же мало может быть объяснено общими законами, как и настоящее, и вытекает, в свою очередь, из предшествующего расположения, последнее также вполне беспорядочно и случайно и т. д. Таким образом, в данном случае выяснение причин приводит только к тому, что одно случайное расположение по строгим законам механики сменяется другим, не менее случайным.

Рассмотрим еще такой пример: обваливается оконный карниз и убивает идущего мимо прохожего. Оба причинных ряда: падение карниза и путь прохожего поддаются анализу; но если бы пространственно-временное расположение объектов было несколько иным, катастрофа не имела бы места.

Определение проф. Боули не подходит к указанным случаям, но оно является неудовлетворительным также в области его собственных работ, в области экономической статистики.

В самом деле, часто говорят о существовании законов случайных явлений. Первый и главный закон случайных явлений заключается в том, что в массовом масштабе случайности сами себя упраздняют, что действия случайностей не накаплиются, а компенсируют друг друга, вследствие чего вполне определенно выступают устойчивые законы, которые в малом масштабе маскируются индивидуальными отклонениями. Если бы влияния случайных отклонений могли накапливаться вместе с расширением круга наблюдений, тогда статистика вообще не была бы возможной.

Но как можно объяснить с точки зрения проф. Боули, почему взаимно уничтожаются, а не накапливаются, действия неизвестных нам причин? Подобный закон — взаимно уничтожаются влияния тех обстоятельств, которых мы не можем исследовать — был бы весьма шатким основанием для статистики.

Точно так же непонятно, почему должны уничтожать друг друга следствия, если причины действуют раздельно и независимо.

К такой же точке зрения на случайность примыкает Анри Пуанкаре. Пуанкаре сводит случайность к неустойчивому равновесию или к тому роду причинной связи, когда из ничтожных

причин проистекают крупные последствия («Наука и метод»). Например, конус, поставленный на вершину, находится в неустойчивом равновесии; бесконечно малого наклона в ту или иную сторону достаточно для того, чтобы конус упал; поэтому падение конуса случайно. Падение шарика рулетки на тот или иной сектор также случайно, так как бесконечно малой разности в силе удара достаточно для того, чтобы шарик остановился на красном, а не на черном секторе. Тразектории газовых молекул случайны, так как достаточно отклонить молекулу до удара на величину бесконечно малую для того, чтобы она после удара оказалась отклоненной на конечную величину.

Теория Пуанкаре имеет тот недостаток, что она не определяет случайности, но только отодвигает ее в область весьма малых величин. Крупные события, например, падение конуса, шарика рулетки и проч., можно признать случайными лишь тогда, если случайны те малые причины, которые их вызвали. Если же эти малые причины не случайны, то и следствия не могут быть случайными. Пуанкаре говорит, что мы знаем законы природы только приблизительно; он указывает на то, что причины, нарушающие состояние неустойчивого равновесия, не поддаются точному наблюдению вследствие их малости, почему мы и принуждены считать их случайными. Следовательно, Пуанкаре, как и проф. Боули, случайным называет неизвестное.

Определения Лапласа, Боули, Пуанкаре образуют группу определений, скорее отрицающих, нежели определяющих понятие случайного. Однако существует и другая группа определений, которая рассматривает случайность, как некоторую особенность, некоторое свойство, присущее самим явлениям. Приведем некоторые из таких определений.

«Случайным называется совпадение во времени чего-либо причинно несвязанного» (Шопенгауэр).

«Случайность является там, где перекрещиваются два независимых друг от друга причинно-следственных ряда» (Курно).

«Случайность есть следствие различных причин, притом причин, не связанных одна с другою никаким законом» (Д. С. Милль).

Подобным же образом высказывается и Зигварт.

Проф. Васильев определяет случайные события, как зависящие не от одних только постоянных причин, но и от причин, постоянно меняющихся.

Все эти определения подходят более или менее близко к сущности дела, но все они страдают, однако, неполнотой и неточностью. Здесь предполагается, что только совпадение следствий совершенно независимых, не связанных причинно рядов дает в результате случайность. Но в действительности это не так. Например, четыре тела в приведенном ранее примере: солнце, луна, земля и комета, могут представлять собою тесно связанную систему; комета могла несколько раз проходить около земли и подвергаться влиянию последней; тем не менее, совпадение затмения с прохождением кометы через перигелий все же будет случайным. Другой пример: молекула газа много раз ударяет в стенку сосуда. Молекула и стенка связаны причинно: если бы не было стенки, траектория молекулы была бы иная; однако кинетическая теория с полным правом рассматривает всякий удар молекулы о стенку как случайный. Таким образом, наличие причинной связи между двумя различными причинными рядами не исключает возможности чисто случайных взаимодействий между ними.

Определение Милля, кроме указанного недостатка, не предусматривает того, что следствия различных независимых причин могут быть связаны именно законами случая. Наконец, совпадение следствий постоянных причин никто не назовет случайным.

Определение проф. Васильева содержит ту правильную мысль, что случайность следует искать не среди постоянных причин, а среди причин, постоянно меняющихся. Однако переменные причины могут быть как случайными, так и не случайными, почему и нельзя приравнивать понятие случайности к понятию переменной причины. Так, если у некоторого человека постоянно меняется расположение духа, то нельзя все поступки, совершенные под влиянием этих перемен, считать случайными.

Итак, ни одно из рассмотренных определений случайного нельзя признать удовлетворительным. Желая возможно более точно очертить то, что всегда признается случайным, и дать вместе с тем положительный признак, можно притти к следующему определению: случайно то, что происходит из неустойчивого расположения частей.

Причины всех происходящих событий нельзя свести исключительно к качествам вещей, вступающих во взаимодействие между собою; огромное значение имеет расположение вещей,

их размещение друг относительно друга; многие события зависят именно от того, как расположены вещи в пространстве. Расположение вещей может быть устойчивым или неустойчивым. Устойчивое расположение вещей проявляется или в их относительной неподвижности, или же в периодическом возвращении к ранее пройденному ряду состояний; примером последнего может служить любая планета солнечной системы. Там, где события могут быть выведены из постоянных качеств вещей и из их устойчивого расположения, — никаким случайностям нет места. Если расположение вещей неустойчиво, то одно размещение беспрерывно сменяется другим, и каждое из этих бесчисленных размещений, следующих друг за другом, зависит не столько от постоянных качеств вещей, сколько от расположения непосредственно предшествующего.

При этих условиях быстро исчезает всякий порядок, всякая правильность в расположении, если даже она первоначально имела место; расположение частей становится неупорядоченным и хаотическим. Таким образом, признака неустойчивости в расположении вполне достаточно для того, чтобы во всех отношениях вещей между собою господствовала случайность. И если в результате смены неупорядоченных расположений появится упорядоченное в каком-либо отношении расположение, то оно также будет признано случайным. Например, при игре в карты считается неудобным сдавать не тасуя; сдавать начинают только после того, как неустойчивые комбинации несколько раз сменяют одна другую при тасовании карт. После же этого, всякое расположение карт в игре, в том числе и упорядоченное (напр.— «большой шлем») признается всецело случайным. Точно так же расположение звезд на небе случайно именно потому, что неустойчиво: каждая звезда обладает собственным движением; если бы звезды были действительно неподвижны, то мы не имели бы права считать их расположение случайным.

Понятие случайного, определенное таким образом, не противоречит детерминизму; вместе с тем случайность перестает быть мерой нашего незнания и выражает наше знание. Случайность является теперь не субъективной оценкой неизвестных вещей, но объективным свойством вещей, например, собраний молекул или атомов. Но если понятие случайного выражает особенность самих явлений, то мы приобретаем право говорить об объектив-

ных законах случая и получаем базу для физических теорий статистического характера.

Основным законом, которому подчиняются случайности, является, как уже было упомянуто, следующий закон: случайности имеют тенденцию компенсировать действия друг друга.

Мы совершенно уверены в этой тенденции случайностей взаимно компенсироваться; уверенность эта не может быть опровергнута отдельными опытами. Как только мы заметим, что какие-либо переменные и неупорядоченные явления не обнаруживают упомянутой тенденции, но суммируются систематически в одном направлении, мы неизбежно предполагаем за подобными явлениями неизвестную постоянную причину, и в этом убеждении ничто не может нас поколебать.

Тенденция случайностей к взаимной компенсации может проявляться двояким образом: во-первых, случайности могут просто-напросто взаимно уничтожать друг друга; общий итог случайностей стремится к нулю; во-вторых, итог случайностей может стремиться к некоторой определенной величине, к некоторому уровню, и только отклонения от этого уровня в ту или другую сторону стремятся уничтожить действия друг друга.

Первый случай имеет место, когда явление подвергается воздействию факторов, не связанных с ним сколько-нибудь устойчивой причинной связью. Тогда роль этих факторов в общем итоге сводится к нулю.

Второй случай несколько более сложен. Допустим, что какое-либо явление А подвергается действию постоянной причины В. Эта причина стремится производить на А систематические воздействия. Но в дело вмешивается совокупность посторонних причин С, которые превращают упорядоченные действия В на А в случайные и неупорядоченные. Так как действия случайных причин С стремятся к нулю, то итог случайных воздействий, испытываемых явлением А, стремится к той самой величине, которая получилась бы в отсутствие возмущающих причин. Так объясняется важный случай, когда в итоге случайностей получается устойчивая, строго определенная величина.

Примером может служить дождь. Любая отдельная капля дождя, любая туча случайны в своей определенности, так как они зависят от неустойчивого расположения барометрических максимумов и минимумов, а дождевые капли зависят еще от рас-

положения в воздухе пылинок, на которых они конденсируются. Но если мы выведем среднее количество осадков из многочисленных наблюдений, то получим некоторую постоянную, характеризующую совокупность постоянных причин, называемых климатом данной местности.

Для того, чтобы объяснить, почему влияния случайных расположений в конце концов взаимно компенсируются, необходимо подвергнуть подсчету все возможные расположения объектов, а для этого надо обратиться к помощи математической комбинаторики, или теории вероятностей.

2. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

В математической теории вероятностей понятие «вероятность» имеет двойное значение. Во-первых, оно выражает отношение числа случаев, благоприятствующих какому-либо событию, к числу всех возможных случаев. Во-вторых, «вероятность» означает ту степень уверенности в наступлении события, на какую нам дает право указанное отношение. В этом втором смысле вероятность, равная или же близкая к 1, означает достоверность наступления события; вероятность, близкая к 0, означает достоверность ненаступления события; вероятности, близкие к $\frac{1}{2}$, означают полную неопределенность; прочие значения, принимаемые вероятностью, дают право на ожидание одного предпочтительно перед другим, однако с большим или меньшим риском обмануться.

Отсюда следует, что если для изучения каких-либо объектов применяется теория вероятностей, то научное значение имеют только вероятности, весьма близкие к 0 и 1. В самом деле, тот, кто принимает какую-либо гипотезу, похож на игрока, который ставит все свое достояние на одну карту: он не может застраховать гипотезу, не может разделить риск на части; он может только или принять гипотезу в целом, или отвергнуть. Поэтому необходимо, чтобы такая игра велась наверняка, чтобы гипотеза была близка к достоверности.

Теория вероятностей в своем развитии начала с изучения азартных игр, стремясь вычислить, сколько шансов за и против имеет игрок в том или ином отдельном случае. Но она давно переросла подобные вопросы. Применение теории

вероятностей к отдельным испытаниям не имеет в настоящее время никакого самостоятельного значения и служит только для выяснения основных понятий этой науки, а также в качестве примеров для упражнений. Действительная область применения теории вероятностей, это — массовые испытания, — та область, где может быть применен закон больших чисел. Исчисление вероятности для какого-либо отдельного случая имеет совершенно ничтожное значение. Пусть, например, две игральных кости бросаются три раза. Вероятность выпадения дублета (одинаковое число очков на обеих костях) равняется 0,421296. Выпадет дублет или нет? Можно ожидать и того и другого. Вероятность несколько менее половины. Что означает этот длинный хвост десятичных знаков? В данном случае он имеет одно значение — горькой насмешки над нашим почти полным незнанием. Но ту же самую дробь мы можем рассматривать как точный закон, если испытание будет повторено большое число раз. Пятый и шестой десятичные знаки будут иметь тогда значение и ценность.

Таким образом истинной задачей теории вероятностей является исследование тех условий, при которых вероятность стремится к 0 и 1, т.-е. при которых она обращается в достоверность.

Теперь рассмотрим важнейшие понятия и метод теории вероятностей.

Теория вероятностей исчисляет различные случаи, к которым приводит какое-либо явление. Все эти случаи, или статочности, делятся на классы. Когда какой-либо случай включается в определенный класс, то говорят, что случай благоприятствует некоторому событию. Когда в результате испытания один из случаев, входящих в данный класс, становится достоверным, — говорят, что данное событие осуществилось. Каждому классу соответствует событие, и наоборот. Класс, отвечающий какому-либо событию, может обнимать собою один или несколько случаев. Наступление двух и более событий или повторение того же события может рассматриваться как сложное событие; сложному событию благоприятствуют классы более сложных случаев. Вероятностью события называется отношение числа случаев, входящих в соответствующий класс, ко всем возможным случаям.

Теория требует, чтобы все случаи, или статочности, были всевозможные, несовместимые, равновозможные. Случаи называются всевозможными, если известно, что при некоторых усло-

виях один из случаев должен непременно наступить или стать достоверным. Несовместимость случаев достигается правильным делением на классы. Элементарные случаи, неразложимые далее, собственно могут быть или тождественны, или несовместимы; условие же несовместимости событий заключается в том, чтобы различные классы не имели общих членов.

Но основное значение для теории имеет вопрос о равновозможности случаев. Какие-либо расчеты вероятности возможны только тогда, если все случаи, к которым сведены ожидаемые события, являются равновозможными. В чем же заключается эта равновозможность? Лаплас определяет равновозможные случаи как такие, существование которых для нас было бы одинаково неопределенно ¹⁾. Таким образом, равновозможность случаев, согласно Лапласу, есть признак всецело субъективный. Случаи равновозможны для нас, поскольку мы не имеем основания ожидать наступления одного случая преимущественно перед другими. Иными словами: равновозможные случаи представляют собою не что иное, как гипотезы, в равной степени для нас проблематичные. Теория вероятностей, следовательно, сводится к подсчету гипотез, к определению отношения числа гипотез, благоприятствующих некоторому событию, к общему числу одинаково проблематичных гипотез. Например, в урне содержится пять белых и пять черных шаров; возможно сделать 10 гипотез о выходе того или иного шара, из которых пять гипотез благоприятствуют появлению белого шара. Отсюда вероятность этого события равна $\frac{5}{10} = \frac{1}{2}$.

Д. С. Милль вслед за Лапласом высказывается таким образом о вероятности: «Мы должны помнить, что вероятность того или другого события не есть качество самого этого события, а лишь название для той степени основательности, с какой мы или кто-нибудь другой можем его ожидать. Вероятность данного события, как она представляется одному лицу, отлична от вероятности того же самого события для другого лица или даже для того же самого лица, раз оно получит новые данные относительно этого события ²⁾».

¹⁾ Л а п л а с: «Опыт философии теории вероятностей», стр. 12 русск. пер.

²⁾ М и л л ь: «Система логики», пер. Ивановского, 2 изд. стр. 487.

Эмпиризм Лапласа и Милля приводит к совершенно неудовлетворительному решению. Несостоятельность взглядов Лапласа и Милля в данном вопросе легко обнаруживается при ближайшем рассмотрении теории вероятностей.

В математической теории рассматриваются два рода испытаний: зависимые и независимые от исхода предшествовавших испытаний. Представим себе опять урну с шарами. Пусть нам известно, что урна содержит черные и белые шары, но количество тех и других неизвестно. Испытания состоят в том, что из урны берется наудачу шар, замечается его цвет, после чего шар возвращается в урну, содержимое которой перемешивается. Вероятность выхода белого и черного шаров одинакова, так как оба случая равно неопределенны для нас до выяснения обстоятельств; по выяснении же обстоятельств вероятность принимает значение, отличное от прежнего. При повторении испытаний исход предшествовавших опытов всегда является некоторым указанием, которое содействует выяснению обстоятельств, а потому влечет за собою составление новых гипотез и изменяет вероятность прежних. Таким образом, вероятность при каждом испытании зависит от исхода предшествовавших испытаний. Такая вероятность называется в математической теории вероятностью гипотез; к ней вполне подходят указанные определения Лапласа и Милля, но такого рода испытания имеют второстепенное значение.

Другого рода испытания имеют место, когда бросается монета или кость, или если известно количество шаров того и другого цвета в урне. Здесь испытания независимы, так как все устойчивые обстоятельства выяснены; предшествующие события не могут влиять на вероятность последующих, и вероятность при повторении испытаний не меняется. При бросании кости равновозможность вскрытия каждого из шести очков не может быть сведена к равной неопределенности в представлении субъекта, но основывается на вполне объективном качестве: на симметрии кости. Из симметрии граней кости вытекает строго одинаковое отношение к внешним влияниям. Положим, что при бросании кости вскрылось одно очко. Но если бы в бросающей руке расположение первой грани занимала какая-либо другая грань, то вскрылась бы эта последняя. Таким образом, одно и то же движение руки может привести к шести различным исходам, в за-

висимости от шести возможных вполне эквивалентных и друг друга замещающих начальных положений кости в руке. Отсюда следует также, что исследование внешних влияний излишне; все дело в неустойчивом расположении кости по отношению к внешним влияниям и в симметрии самой кости. Если все шары в урне одинакового размера и веса, то они также вполне симметричны в отношении к внешним влияниям, и каждое движение руки может извлечь из урны любой шар, в зависимости от расположения последних.

Но только вероятность, основанная на симметрии, имеет значение при массовых испытаниях. Если симметричная кость бросается 6.000 раз, то можно быть уверенным, что число выпадений одного очка будет близко к 1.000. Если 10.000 раз вынимается шар из урны, содержащей 5 белых и 5 черных шаров, то белый шар будет извлечен около 5.000 раз. Если же число белых и черных шаров в урне неизвестно, то хотя вероятность и равна опять половине, но ожидать выхода белого шара около 5.000 раз при 10.000 испытаний нет никаких оснований.

Таким образом, понятие вероятности, которое дают Лаплас и Милль, вовсе неприменимо к массовым испытаниям, а относится только к единичным испытаниям и является пережитком младенческого периода теории вероятностей, когда ее предметом было исследование шансов в азартных играх.

Теорема Бернулли и все другие теоремы, на которых основывается закон больших чисел, в своем условии требуют ряда независимых испытаний. Но субъективная вероятность не может дать независимых испытаний. Следовательно, закон больших чисел основывается не на субъективной вероятности, а на объективных свойствах вещей.

В теории вероятностей имеет важное значение различие вероятности а priori и вероятности а posteriori. Вероятность при независимых испытаниях называется также вероятностью а priori. Если мы не знаем свойств объекта, над которым производятся испытания, то мы можем получить приближенное значение истинной вероятности а posteriori после большого количества испытаний. Так, если 1.000 раз вынимался шар из урны, при чем белый шар появился 296 раз, то мы можем заключить, что отношение числа белых шаров в урне к общему количеству

шаров равно $\frac{3}{10}$ и, следовательно, такова будет объективная вероятность выхода белого шара.

Рассуждая отвлеченно, казалось бы, что вероятность *a posteriori* имеет преимущество перед вероятностью *a priori*: мы не можем знать с полной точностью всех свойств объектов, над которыми производятся испытания, не можем иметь абсолютно симметричной кости или монеты, а следовательно, не можем вполне точно *a priori* определить вероятность. После весьма большого количества испытаний мы можем определить вероятность весьма точно. Следовательно, вероятность *a posteriori* имеет преимущество.

Но в действительности дело обстоит как раз наоборот. Возможно, например, так точно выточить кость или отчеканить монету, что преимущество той или другой стороны будет совершенно ничтожно. Убедиться в том, что здесь имеет место не полная симметрия и некоторое ничтожное преимущество орла или решетки, или какой-либо грани кости, и найти поправку к априорной вероятности возможно только после такого колоссального количества испытаний, какое вовсе недоступно для эксперимента, для которого не хватило бы многих человеческих жизней. Таким образом, есть много случаев, где априорная вероятность имеет определенное преимущество. В нашем распоряжении имеется ограниченное количество испытаний; поэтому статистические выводы не бывают строго точными.

Указанное различие очень важно, так как именно на нем основывается различие методов статистической механики и статистики. Статистическая механика применяет вероятность *a priori*, статистика — вероятность *a posteriori*.

3. ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ

Теорема Бернулли занимает центральное положение в теории вероятностей, так как закон больших чисел представляет только ее обобщение. Теорема Бернулли формулируется так: если имеем неограниченный ряд независимых испытаний, и для всех их в отдельности вероятность некоторого события *E* одинакова и равна *p*, то при достаточно большом числе испытаний будет сколько угодно близка к достоверности, т.-е. к единице, вероятность, что отношение числа появлений событий *E* к числу испытаний сколько угодно мало отличается от *p*.

Мы уже указывали, что доказательство теоремы Бернулли основывается не на подсчете гипотез, равно проблематичных, а на подсчете действительно возможных расположений исследуемых объектов и, следовательно, имеет под собой вполне реальную почву. Идея доказательства теоремы Бернулли сводится к следующему: над некоторыми объектами производятся испытания, при чем в результате каждого испытания или появляется, или не появляется событие E . Итог испытаний зависит, во-первых, от постоянных свойств, над которыми производятся испытания, и, во-вторых, от расположения объектов. Пусть мы знаем все те постоянные свойства объектов, от которых зависит исход испытаний, однако неустойчивого расположения причин, действующих при каждом отдельном испытании, мы не знаем и знать не можем. В таком случае необходимо найти такие условия, при которых и не нужно вовсе знать неустойчивых расположений, когда всякое расположение, за ничтожными исключениями, приводило бы к тому же самому результату. Подобные условия имеют место при весьма большом количестве независимых испытаний. Пусть испытания производились n раз, например, n раз бросалась кость или монета или вынимался наудачу шар из урны. Будем рассматривать ряд из n испытаний как одно сложное испытание, ряд из n событий — как одно сложное событие, и подсчитаем, сколькими способами может осуществиться это сложное событие. Пусть такое событие может осуществиться N способами ¹⁾. Разделим все N возможностей на два класса. К первому классу отнесем все те случаи, при которых отношение числа появления события E к числу испытаний очень близко к априорной вероятности p . Все остальные способы осуществления события отнесем ко второму классу. Техническая часть доказательства теоремы Бернулли сводится к подсчету количества расположений, входящих в указанные классы, и к определению отношения этих количеств к общему числу N расположений. В результате подсчета обнаруживается, что при достаточно большом значении n подавляющее число расположений

¹⁾ Очевидно, что число всевозможных, несовместимых и равновозможных расположений, которые могут иметь место при n испытаниях, равно $N = \sum_n^i (i=1,2,3,\dots,n)$, где n — число испытаний. Индексы $1, 2, 3, \dots, n$ — числа появления события E при n испытаниях, C_n^i — число сочетаний из n элементов по i .

относится к первому классу, и что число расположений, входящих во второй класс, исчезающе мало по сравнению с общим числом N расположений.

Итак, мы имеем доказательство того, что итог большого количества случайностей уже не является случайным и не зависит от тех или иных расположений, так как всякое расположение, за совершенно ничтожными исключениями, приводит к тому же самому итогу. Теорема Бернулли, следовательно, объясняет, почему случайности взаимно компенсируются и в массовом масштабе сами себя упраздняют.

Анри Пуанкаре иначе смотрит на устойчивость итога случайностей. В согласии с своей теорией, он пытается объяснить законы случайного длинной предшествующей эволюцией, в течение которой случайные причины способствовали образованию смеси элементов и все нивелировали, приводя к однообразию. «Состояние неустойчивого равновесия, — говорит Пуанкаре, — которое мы называем начальным, является на самом деле лишь заключительной точкой длинной предыдущей истории». По его мнению, кривые случайностей вначале имели неправильный характер, но в результате эволюции они сделались непрерывными — «время нивелировало кривые вероятностей». Однако Пуанкаре не доказывает ни существования этой эволюции, ни способа ее действия. Вообще объяснения отдельных примеров по схеме Пуанкаре носят совершенно искусственный характер; в некоторых же случаях эта схема оказывается вовсе неприменимой.

«Применение исчисления вероятностей к точным наукам тоже встречает немало затруднений. Почему распределяются по законам случая десятичные знаки таблицы логарифмов, десятичные знаки числа π ? В другом месте мне пришлось исследовать этот вопрос в отношении логарифмов, при чем ответ оказался нетрудным: ясно, ведь, что малая разность в аргументе дает малую разность в логарифме, но большую разность — в шестом десятичном знаке его. Опять мы встречаем здесь тот же критерий. Но в отношении числа π ответ труднее, и здесь я ничего хорошего сказать не имею» ¹⁾.

Между тем решение вопроса ясно и очевидно. Число π удовлетворяет тому условию, что его десятичные знаки распре-

¹⁾ А. Пуанкаре: «Наука и метод», стр. 72 русск. пер.

Деляются по законам случая, просто потому, что почти все большие многозначные числа удовлетворяют этому условию; количество чисел, не удовлетворяющих этому условию, исчезающе мало по сравнению с общим количеством возможных n -значных чисел, при чем это отношение стремится к нулю с возрастанием n . Пуанкаре не мог этого не знать. Но ответить на поставленный им вопрос для него значило показать, как из ничтожной причины проистекают большие последствия, или же показать, как «время нивелирует кривые вероятностей». Вот, мне кажется, превосходный пример того, как ложная предвзятая идея отклоняет от ясной и очевидной истины самые блестящие умы!

4. СТАТИСТИКА

Законом больших чисел Пуассон назвал теорему, в которой он обобщил теорему Бернулли; теорема Пуассона, в свою очередь, была обобщена, и выведенные таким образом общие предложения также получили название закона больших чисел.

Сущность закона больших чисел можно изложить так: средняя арифметическая однородных независимых величин, при условии достаточно большого количества последних, будет как угодно мало отличаться от средней арифметической математических ожиданий этих величин. Но математическое ожидание какой-либо величины, в свою очередь, есть не что иное, как а priori вычисленная средняя арифметическая результатов нескольких действительных или возможных испытаний. Поэтому, переведя закон больших чисел с технического языка математики на обыкновенный, получим: а priori вычисленная средняя однородных независимых величин будет как угодно мало отличаться от средней, найденной а posteriori (путем массовых наблюдений), при условии рассмотрения достаточно большого количества независимых величин.

В тех случаях, когда мы знаем все постоянные причины, влияющие на исход независимых испытаний, закон больших чисел позволяет нам предвидеть результат массовых опытов, так как при достаточно большом количестве испытаний влияние неустойчивых расположений само собою исключается.

Закон больших чисел позволяет также решать и обратную задачу: по результатам массовых наблюдений, сводя вместе боль-

шое количество данных в опыте случайных величин, найти с известной степенью приближения тот тип явлений, ту среднюю величину, которой благоприятствуют неизвестные постоянные причины, влияющие на объекты наблюдений.

Таким образом, существует не один метод применения теории вероятностей к массовым явлениям в различных науках, как обычно думают, но два принципиально различных метода.

Область применения первого метода сравнительно ограничена. Он может применяться в тех случаях, когда объекты относительно просты, чрезвычайно многочисленны и сходны друг с другом, находятся в непрерывном движении. Такие условия мы находим в мире атомов, молекул, электронов, — здесь и применяется первый метод — статистическая механика.

Другой метод имеет более обширное применение в различных областях знания: в общественных науках, в биологии, метеорологии, физике (например, исключение случайных ошибок наблюдений), астрономии и проч. Так как один и тот же метод применяется во многих науках, то под статистикой в широком смысле следует понимать всякое обратное применение закона больших чисел.

Статистический метод применяется в тех случаях, когда действуют в точности неизвестные, но устойчивые причины, и в то же время вместе с ними действуют переменные влияния, зависящие от беспорядочного распределения некоторых факторов. Эти переменные влияния создают индивидуальные отклонения, но в большом объеме взаимно компенсируются. Получаемая при этом устойчивость больших статистических чисел объясняется не чем иным, как устойчивостью постоянных причин, действующих в исследуемой области. Если бы переменных влияний не было, то влияние постоянных причин можно было определить в каждом отдельном случае. Например, было бы достаточно опытов с 3—6 растениями, чтобы установить законы менделизма. В действительности же необходимо проделать опыты с несколькими сотнями растений для того, чтобы законы наследственной передачи признаков выступили с полной ясностью. Даже в массовом масштабе случайности компенсируются не вполне, так что выводы статистики всегда имеют ограниченную точность.

Постоянно действующие в какой-либо области причины благоприятствуют некоторой средней величине, не зависящей от

индивидуальных отклонений. Значение этой величины мы могли бы найти а priori, если бы знали в точности природу действующих постоянных причин. Но в тех случаях, когда явления слишком сложны, нам остается другой путь: сводя вместе результаты многочисленных наблюдений частных случаев, найти истинную среднюю а posteriori. В простейших случаях арифметическая средняя наблюденных зарегистрированных величин дает приближенное значение той истинной средней, которой благоприятствуют устойчивые причины. Убедиться в близком совпадении истинной и а posteriori найденной средней можно, рассматривая отклонения от найденной средней величины. Случайные отклонения от истинной средней дают характерную картину, изображаемую хорошо известной кривой, которую можно найти во всех учебниках статистики. Такой простой результат получается, когда все исследуемые объекты однородны, т.-е. если во всех случаях наблюдений производят действие одни и те же постоянные причины. Если же объекты наблюдений не однородны, т.-е. если в различных случаях действуют различные причины, тогда средняя арифметическая имеет значение лишь счетной абстракции и не выражает собою никакого общего закона.

Пусть, например, определяется средняя продолжительность человеческой жизни. Здесь объекты не однородны, так как в городах и селах действуют различные причины, благоприятствующие различным значениям средней для городских и сельских жителей; кроме того, средняя продолжительность жизни беднейшего населения города, средних слоев и богачей будет различна. Простая арифметическая средняя всех наблюдений, собранных вместе, поэтому будет иметь малое значение; это сейчас же и обнаружится, так как кривая отклонений не будет иметь указанного простого характера.

Часто бывает не так легко решить, имеем ли мы дело с однородными или же с неоднородными величинами; поэтому вывод истинной средней из многих наблюдений является далеко не простой задачей. Необходимо, далее, в данном статистическом материале отобрать все однородные величины и исключить величины другого рода или же выделить их в особые группы и вывести для них особые средние арифметические. Все такие задачи нахождения типических средних из наблюдений над объектами не вполне однородного характера решаются посредством

теории вероятностей, т.-е. посредством скрытого в математических формулах подсчета результатов всех возможных расположений. Иногда бывает невозможно в силу каких-либо причин добыть необходимый статистический материал путем наблюдений, и приходится делать выводы из недостаточных данных; такие выводы могут быть сделаны также только при помощи теории вероятностей. Впрочем, было бы бесполезно перечислять здесь все возможные приложения теории вероятностей к статистике.

Однако простое производство наблюдений и их математическая обработка сами по себе могут дать мало ценных результатов. В самом деле, мы видели, что комплекс устойчивых причин благоприятствует некоторому конечному результату, некоторой определенной средней. Этот конечный результат, общее действие комплекса причин можно открыть при помощи методов теории вероятностей с тем или иным приближением. Общий комплекс причин может быть иногда разбит на частные комплексы; влияние частных комплексов может быть выделено. Но, во всяком случае, мы находим обычно только конечный результат влияний многих факторов, связь которых с полученными результатами — только эмпирическая. Каждый фактор в отдельности остается нам неизвестным, и неизвестна его степень устойчивости; следовательно, и обобщать полученные результаты можно только с осторожностью, не выходя значительно за пределы места и времени полученных результатов.

Иная картина получается, если статистическим исследованием руководит теоретическое мышление, которое хорошо изучило процессы, происходящие в среде наблюдаемых объектов. Только теоретическое мышление сможет разложить комплекс совместно действующих причин на их составляющие и оценить устойчивость каждого фактора в отдельности. Только ясное понимание природы изучаемых процессов позволяет выделить однородные группы объектов и вообще находить подходящие объекты и масштабы для исследования.

С своей стороны и теоретическое мышление во всех спорных вопросах должно опираться на статистически обработанный материал.

5. СТАТИСТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Итак, статистика характеризуется апостериорной вероятностью, эмпирической связью комплексов причин с найденным конечным результатом, эмпирическим значением обобщений, большими пространственно-временными границами исследований и, наконец, возможностью более или менее значительных отклонений результатов от величины, признанной наиболее вероятнейшей.

Совершенно иную картину дает нам статистическая механика. Основная концепция статистической механики представляет собою не что иное, как логическое развитие атомизма. Здесь мы исходим из допущения весьма большого количества малых элементов — молекул, атомов, электронов, — из которых состоят тела. Мы допускаем такую же, что все явления, как известные нам с внешней стороны, так и те, которые мы желаем открыть, представляют собой суммарные эффекты, производимые движением большого количества однородных элементов. Мы предполагаем, что расположение элементов друг относительно друга неустойчиво. Постараемся представить себе скопление многих миллиардов подобных элементов. В таком скоплении господствуют случайность и полный беспорядок. Миллиарды частиц, ничем не связанных между собою, приходят лишь на короткое время во взаимодействие, и такими случайными встречами определяются все их движения: одно расположение частиц сейчас же сменяется другим, третьим и т. д.; каждое скопление миллиардов элементов представляет собою настоящий хаос. Иногда расположения элементов могут быть связаны теми или иными постоянными условиями, но всегда при этом остаются степени свободы, позволяющие происходить беспорядочной и непрерывной смене расположений. Однако движения элементов суммируются и дают в результате некоторый общий эффект, в котором скопление элементов выступает перед нами как целое. Различные расположения элементов могут давать или различные, или те же самые суммарные эффекты. Во всех случаях необходимо знать не то или другое конкретное расположение элементов, но тот класс расположений, к которому он принадлежит. Все возможные расположения элементов разбиваются на классы; в один класс соединяются все те расположения, которые производят тот же самый суммар-

ный эффект. Важнейшие постоянные свойства элементов газов, излучений и проч. предполагаются известными.

Из этих посылок можно вывести а priori вероятность тех или иных суммарных эффектов и, следовательно, наступление тех или иных явлений, как результатов движения элементов; указанная вероятность явлений зависит, очевидно, от количества возможных расположений в соответствующем классе. Вычисление показывает, что подавляющее количество расположений принадлежит к одному классу, — к классу равномерного неупорядоченного расположения вещества и энергии. Наивероятнейшей поэтому представляется следующая картина: элементы распределены приблизительно равномерно по всему объему, им предоставленному; столь же равномерны и неупорядочены движения: через каждое сечение некоторого объема, занятого элементами, в одинаковое время проходит приблизительно одинаковое количество материи и энергии по всем направлениям. Одно равномерное расположение сменяется другим, также равномерным. Исключения в высшей степени редки, их вероятность практически равна нулю. Следовательно, при выводе суммарных явлений из движения элементов нужно принимать во внимание только один указанный класс расположений. Вероятность явлений, производимых беспорядочными равномерными расположениями элементов, будет практически совпадать с единицей.

Указанные допущения позволяют вывести с большой точностью свойства многих тел и законы, управляющие явлениями, а также предсказать результаты многих экспериментов. Представим себе, например, что в сосуде находятся два различных газа отдельно друг от друга, при чем перегородка, их разделявшая, удалена. Эти соприкасающиеся скопления частиц двух сортов, какими являются газы, имеют все шансы перемешаться благодаря случайным беспорядочным движениям. Но, перемешавшись, они уже почти не имеют шансов разделиться вновь. Мало того, наиболее вероятным будет самое полное смешение газов; как бы ни было мало скопление частиц одного газа в какой-либо части сосуда, в него неизбежно будут проникать случайные частицы другого газа. Смешение или диффузия газов, стало быть, будет совершаться не в силу специального «закона диффузии» а просто в результате случайностей. Нечто подобное произойдет, если мы будем тасовать колоду карт. В результате более или

менее продолжительной перетасовки карты будут располагаться все в большем беспорядке, при чем карты какого-либо сорта будут иметь ничтожное число шансов собраться вместе, а, наоборот, будут распределяться приблизительно равномерно.

Первым триумфом описываемого метода было создание кинетической теории газов и механической теории тепла. При помощи небольшого числа простых допущений: что газы состоят из молекул, что молекулы эти совершенно упруги, что они движутся и расположены в беспорядке — были выведены тепловые законы и законы газового состояния тел.

Универсальное значение статистической механики выяснилось лишь в последнее время. Оказалось, что и электричество имеет атомистическое строение, что явления лучеиспускания также представляют собою суммарные эффекты неупорядоченных движений. Область применения статистической механики в физике все расширяется. Можно указать следующие отделы физики, где объяснение явлений основано на методах статистической механики: механика газов, жидкостей (броуновское движение), теплота, растворы, электролиз, теория электронов, лучеиспускание и абсорбция, радиоактивность, — словом, вся физика, за исключением отдельных ее уголков ¹⁾.

Все выводы статистической механики имеют точный характер. Элементы принимаются настолько малыми, что в малейшем объеме вещества заключаются миллиарды элементов. Если мы возьмем, например, объем газа в ничтожную долю кубического миллиметра в ничтожную долю секунды, то в указанных границах будет существовать некоторый риск уклонения в распределении молекул газа от наиболее вероятного. Если же взять кубический миллиметр газа в течение секунды, то риск уклонения от вероятнейшего состояния можно принять равным нулю. Статистическая механика, как и всякая теория, не может, конечно, достичь абсолютно точного совпадения теоретических величин с опытными, но всякая неточность должна быть отнесена на счет неполной точности основных посылок.

Что касается основных посылок, то статистическая механика делает только такие допущения, какие могут быть проверены

¹⁾ См. А. К. Т и м и р я з е в: «Кинетическая теория материи». В книге, с применением высшей математики, но сравнительно доступно, рассмотрены все важнейшие применения закона больших чисел к физике.

многими другими способами. В общем, статистическая механика принимает только то, что уже известно и твердо установлено в физике. Атомная теория, являющаяся предпосылкой статистической механики, давно перестала быть гипотезой; установлены и проверены важнейшие данные о числе, размерах и проч. различных элементов. Только кванта энергии остается пока гипотетическим детищем статистической механики.

Связь между явлениями, которую устанавливает статистическая механика, имеет не эмпирический, но рациональный характер; поэтому статистическая механика служит могучим орудием объяснения законов природы.

6. ПРИЧИННОСТЬ И СЛУЧАЙНОСТЬ

Первоначально причинность и случайность рассматривались как понятия взаимно противоречивые, исключаящие друг друга.

Древние представляли себе мир явлений как бы разделенным на две области. В первой все происходит с некоторой правильностью: существуют устойчивые комплексы постоянных качеств, неизменное чередование явлений; в этой области возможно предвидеть, что будет дальше, возможно строить расчеты, например, сеять и собирать жатву. В другой области все неустойчиво и беспорядочно; там нет никаких законов и ничего нельзя предвидеть. Эти две области различались не резко: всегда допускалась возможность спутывающего все расчеты вторжения хаоса в область знакомого и привычного.

Вместе с развитием экспериментальной науки область правильных законообразных явлений непрерывно расширялась за счет случайного. При этом причинность и случайность опять-таки рассматривались как понятия взаимно исключаящие: если событие признавалось случайным, — это означало, что оно не детерминировано никаким законом; если какую-либо группу явлений удавалось подчинить причинному закону, — тем самым случайность из нее изгонялась. Таким образом, причинный закон постепенно вытеснял случайность из ее убежищ. Наконец, успехи естественных наук создали убеждение, что области случайного вообще не существует, что всякое явление во всех деталях определено точным законом: движение каждой пылинки в воздухе, каждой струи водопада — ничто не случайно, все имеет свою

причину. Случайность теперь стали рассматривать как понятие только субъективное: случайно то, причины чего мы не знаем и только до тех пор, покуда не знаем. Причинный закон был распространен на все явления; тем самым понятие случайности, как объективного свойства явлений, было упразднено. Но понятие причинности, в свою очередь, эволюционировало.

Те причины и законы, с которыми имели дело древние, мы назвали бы в настоящее время эмпирическими причинами и эмпирическими законами. Возникшее естествознание, наряду с открытием новых эмпирических законов решительно стало на путь причинного объяснения.

Всякий закон природы выражает собою некоторую зависимость между двумя или более факторами. Когда открывают какой-либо закон природы, то прежде всего возникает вопрос: является ли указанная зависимость между факторами непосредственной, или же она опосредована каким-либо промежуточным агентом? Этот вопрос очень важен, так как непосредственная зависимость является вместе с тем безусловной, а опосредованная зависимость имеет силу в определенных, ясно установленных границах. Таким образом, вслед за открытием эмпирического закона сейчас же возникает вопрос о его причинном объяснении для того, чтобы определить, в каких пределах имеет силу открытый закон. Причинное опосредование законов является, следовательно, ограничением и точным определением пределов их значимости.

Например, древним был известен эмпирический закон: *pop datur vacuum* (природа боится пустоты). Древние считали указанный закон ничем не опосредованным, безусловным свойством природы, а потому имеющим универсальное значение.

Но Торричелли доказал, что эта «боязнь пустоты» опосредована упругостью и весом атмосферы; тем самым применение указанного закона было ограничено теми пределами, в которых давление атмосферы не встречает противодействия, достаточного для его преодоления.

Причинное опосредование законов сводится, таким образом, к введению промежуточного причинного звена и к разложению эмпирического закона на более простые и широкие законы.

Введение одного причинного звена требует введения также и другого; посредствующее звено, в свою очередь, нуждается в опосредовании и т. д., до тех пор, покуда не будут найдены без-

условные зависимости. Посылки, удовлетворяющие указанным требованиям, открывают нам рациональную причину явлений. Эволюция понятия причинности сводится, таким образом, к рационализации последней, к постепенному вытеснению эмпирических посылок рациональными, подобно тому как ранее эмпирическая причина вытесняла случайность.

Известный спор между описанием и объяснением явлений в физике представляет собою спор между эмпирической и рациональной причиной. «Экономическое описание» явлений природы, выраженное в форме эмпирических законов, никогда не может дать непосредственной зависимости между явлениями, и ученые, защищающие позитивное направление в физике, это знают. Они также стремятся ограничить применение законов природы, но делают это вслепую, допуская просто, что законы, быть может, и не имеют силы вне тех условий и той обстановки, в которой были обнаружены. Напротив, рациональное объяснение эмпирического закона, как уже сказано, означает его ограничение и опосредование, при чем рациональная причина определяет как границы применения эмпирического закона, так и условия, при которых закон имеет или не имеет силу: таким образом, знание эмпирических законов относится к знанию рациональных, как знание слепого к знанию зрячего.

В результате всякий эмпирический закон и всякое явление природы может быть сведено к совокупности нескольких простых и общих посылок, из которых и может быть дедуцировано. Но ни одно реальное явление не может быть сведено целиком к одним только рациональным посылкам; некоторые общие эмпирические зависимости останутся все же необходимыми для того, чтобы явление могло быть дедуцировано из общих законов.

Многие явления могут быть сведены к простым законам расположения и движения атомов и, следовательно, к посылкам геометрического характера. Геометрические зависимости являются зависимостями безусловными и непосредственными, так как в посылки чистой математики нельзя вставлять никаких посредствующих звеньев. Того же самого нельзя сказать о посылках механики. Мы не можем быть уверены в том, что известные нам законы движения являются законами безусловными и непосредственными. Мы не знаем, является ли, например, закон инерции непосредственным законом, или же он опосредован

законами электромагнитного характера; не знаем также, являются ли чем-либо опосредованы простейшие электромагнитные законы.

Относительно законов механики все же можно думать, что они будут когда-либо сведены к непосредственным зависимостям. Но существуют такие зависимости, которые никогда не могут быть сведены к рациональным посылкам. Те свойства, которыми мы наделяем молекулы, электроны, кванты, не могут быть сведены к непосредственным зависимостям. Свойства молекул опосредованы атомами; свойства атомов опосредованы электронами; свойства электронов также не могут считаться непосредственными; регресс причинного объяснения, очевидно, может идти в бесконечность.

Далее, связь всякого простого качества с условиями его возникновения никогда не может быть признана безусловной. Например, красный цвет обусловлен испусканием или отражением лучистой энергии сложной системой молекулярных резонаторов; из природы резонаторов и из общих электромагнитных и математических посылок можно вывести все свойства излучения; но то обстоятельство, что излучение данной длины волны связано именно с красным цветом, а не с каким-либо другим, не может быть признано ни непосредственным свойством излучения, ни непосредственным свойством органа чувств, и, следовательно, указанная связь остается эмпирической связью.

Здесь также регресс причинного объяснения может продолжаться неопределенно, при чем, вставляя промежуточные звенья, мы каждый раз будем находить все более простые законы фактического характера. Достижение конечного рационального объяснения здесь, очевидно, невозможно.

Таким образом, рациональными причинами, строго говоря, можно считать только зависимость математического наглядно-конструктивного характера. Из предыдущего следует, что хотя рациональные послылки и вытесняют эмпирические, но конечную цель причинного объяснения является не полное вытеснение эмпирических посылок, а сведение их к необходимому минимуму и определение тех границ, в которых рациональные и эмпирические послылки равно законны и находятся каждая на своем месте.

Разыскание причин может производиться в двух направлениях: во-первых, можно искать так называемую полную при-

чину явления, т.-е. найти все факторы, обуславливающие какое-либо единичное событие или же состояние системы в определенный момент времени. Событие можно определить как соединение обстоятельств, сопровождаемое каким-либо эффектом. Полной причиной такого события является, следовательно, совокупность тех же самых обстоятельств в момент, непосредственно предшествовавший соединению; вообще полной причиной состояния изолированной системы в какой-либо данный момент времени является состояние системы в предшествовавший момент.

Но можно также задаться вопросом о причине целого процесса, о причине всего ряда непрерывно следующих друг за другом состояний. Разыскание предшествующих обстоятельств не может дать ответа на этот второй вопрос; нахождение полной причины отдельного состояния системы было бы в этом случае бесполезным. Причинами какого-либо процесса, взятого в целом, можно считать только устойчивые обстоятельства, обуславливающие собою течение всего процесса — т.-е. непрерывную смену состояний — и остающиеся в этой смене неизменными. Таким образом, причинное опосредование в этом втором смысле заключается в сведении явлений к устойчивым связям и неизменным законам. Именно указанный второй способ причинного объяснения преобладает в естествознании; первый же способ, т.-е. нахождение полной причины или совокупности предшествовавших обстоятельств для данного момента, имеет совершенно ничтожное познавательное значение. В самом деле, состояние какой-либо системы в данный момент характеризуется неустойчивым расположением частей; но причиной данного неустойчивого расположения может быть только предшествовавшее неустойчивое расположение, которое, в свою очередь, имеет причину в предшествовавшем расположении и т. д. Таким образом, разыскание ряда предшествовавших обстоятельств при изучении явлений природы ровно ни к чему не приводит и применяется лишь в тех случаях, когда нет достаточно материала для того, чтобы открыть устойчивые законы явлений.

Однако не все в природе может быть сведено к причинам устойчивого характера. Если допустить, что когда-либо будут открыты все устойчивые связи явлений, какие только существуют, то все они, взятые вместе, не могут объяснить неустойчивого расположения частей какого-либо тела. Всякое данное

расположение обусловлено, как уже сказано, не только общими законами природы, но также и предшествующим расположением, и только из последнего оно может быть выведено.

Таким образом, неустойчивые расположения не могут быть сведены к постоянным законам; нахождение же предшествовавших, столь же неустойчивых, расположений не имеет никакого значения для познания. Стало быть, неустойчивые расположения, хотя и не противоречат причинному закону, но в то же время не имеют никакого причинного обоснования; точнее, они имеют причинное обоснование, ничего не значащее для познания, абсолютно лишенное ценности. Неустойчивые расположения поэтому случайны.

Но, с другой стороны, неустойчивое расположение само является наилучшим объяснением для явлений.

В самом деле, расположение частей есть пространственное и, следовательно, непосредственное свойство системы. Сведение явлений к расположению частей приводит нас к безусловной зависимости наглядно-конструктивного характера. Объяснение посредством неустойчивого расположения частей является вполне рациональным причинным объяснением. Случайность приобретает, таким образом, значение рациональной причины явлений.

Сведение неустойчивых расположений к устойчивым законам невозможно, но обратное сведение возможно, и оно осуществляется в физике посредством посылок статистической механики. Классы неустойчивых расположений могут быть весьма устойчивы; поэтому законы природы могут быть сведены к классам неустойчивых расположений.

Наблюдаемая нами устойчивость явлений оказывается только итогом, суммарным эффектом сменяющих друг друга неустойчивых расположений; за этой относительной устойчивостью повсюду кроется хаотическое движение частиц. Мы видели, что посылки статистической механики постепенно вытесняют эмпирические посылки из различных областей физики. И если прежде успехи естествознания привели к заключению, что области случайности, противоречащей причинному закону, вовсе не существует, то в настоящее время успехи атомизма в физике приводят к заключению, что область случайности совпадает с областью рациональной механической причины явлений.

Позитивисты обычно противопоставляют статистическое объяснение явлений причинно-механическому объяснению. Но такое противопоставление не выдерживает ни малейшей критики. Статистическое объяснение в физике является механическим объяснением, так как оно сводит явления к материи и движению. Оно является наилучшим механическим объяснением; в самом деле, всякое другое объяснение выводит закон А из закона В, закон В из закона С и т. д., при чем цепь должна быть достаточно длинной, чтобы дойти до атомных и электронных движений; между тем, статистическая механика непосредственно дедуцирует законы явлений из неупорядоченного движения частиц.

Утверждают также, что физика вынуждена прибегать к статистическому методу, ввиду неопределенности данных, ввиду того, что точное расположение частей системы, точное значение координат атомов в какой-либо момент остается неизвестным. Но и это не верно. То или иное конкретное расположение движущихся частиц для нас совершенно безразлично; для нас важен только тот класс, к которому принадлежит расположение частиц. Но мы хорошо знаем, что всякое расположение молекул (за совершенно не имеющими значения исключениями) принадлежит к одному классу, — классу неупорядоченных равномерных расположений. А только это и требуется для объяснения законов природы.

Следовательно, если бы даже мы узнали точные координаты и точные пути каждой молекулы, — это ровно ничего не прибавило бы к нашему объяснению явлений.

Предпосылкой применения теории вероятностей к физике является, как сказано, атомистическая теория. Отсюда вытекает важность и значение атомизма.

Своеобразное соединение двух идей — строгой механической необходимости и случайности — всегда было характерной особенностью атомизма, начиная с учений Демокрита и Эпикура. Можно прибавить, что синтез двух указанных идей всегда был сильной стороной атомизма; именно это соединение необходимости и случайности привлекало умы к атомистическим теориям, позволяя объяснить явления игрою стихийных сил. Но у старых атомистов объяснение явлений природы посредством случайностей не было законченной теорией; скорее это была удачная догадка, как бы предчувствие широких горизонтов и не раскрытых еще возможностей, связанных с учением об атомах.

Только современная физика выяснила всю важность и все значение атомизма. В настоящее время на атомистических представлениях построены не какие-либо отдельные главы физики, но вся физика. Соединение необходимости и случайности получило в статистической механике строгую математическую обработку и полное экспериментальное подтверждение.

Еще не так давно был распространен взгляд, что законы природы представляют собою совокупность прирожденных материи способностей совершать правильные движения или располагаться в организованные группы и, вообще, следовать определенным правилам, результатом чего является прочный и гармонический порядок в природе. Такой взгляд теперь отошел в область истории. С точки зрения атомизма, законы природы естественны и стихийны в полном смысле этого слова, так как они представляют собою только общий результат бесчисленных неупорядоченных движений частиц. Понятие о стихийных законах природы приняло новую, окончательную форму.

7. О ВОЗНИКНОВЕНИИ ПРИЧИННЫХ РЯДОВ

Теперь остается познакомиться еще с одной функцией случайностей—давать начало новым причинным рядам. В этом направлении из атомистической теории вытекает ряд чрезвычайно интересных следствий.

Мы говорили, что почти все расположения элементов какой-либо системы равномерны, неустойчивы, беспорядочны, за совершенно ничтожными исключениями. Однако рассмотрим эти «совершенно ничтожные исключения», так как в мировом космическом процессе они играют колоссальную роль. Среди всех возможных расположений системы, кроме обычных неупорядоченных расположений, возможны также упорядоченные комбинации, а среди последних такие, которые обладают устойчивостью и способностью к сохранению и эволюции. Случайные возникновения таких упорядоченных расположений чрезвычайно мало вероятны; однако, если мы допустим, что наша система элементов расширена до размеров вселенной, то и наименее вероятные комбинации рано или поздно должны возникнуть. Возникновение таких упорядоченных расположений является делом случая, и в то же время оно необходимо; эта необходимость преду-

сма­тривает­ся та­же ма­те­ма­ти­че­ской те­о­ри­ей. Об­ра­тим­ся оп­ять к те­о­рии ве­ро­ят­но­стей.

При неопределенном продолжении испытаний среднее арифметическое наблюденных результатов испытаний как угодно близко подойдет к средней величине математических ожиданий указанных результатов. Это справедливо для всего ряда весьма большого количества испытаний. При этом распространение испытаний в пространстве имеет такое же значение, как и продолжение их во времени. Если же взять отдельные участки этого ряда, то здесь неизбежны более или менее значительные отклонения средней арифметической результатов от вероятнейшего значения. Как велики могут быть указанные отклонения? На различных участках ряда отклонения могут быть больше или меньше, но при достаточном продолжении испытаний всегда может быть найден такой участок, где отклонения от вероятнейшего результата как угодно велики, т.-е. больше всякой заданной величины. Таким образом, теория предусматривает как близкое совпадение среднего результата большого ряда испытаний с наиболее вероятной величиной, так и неизбежность отклонений от вероятной величины в отдельных случаях.

Образование упорядоченной системы из хаоса неупорядоченных движений есть событие весьма мало вероятное. Но упорядоченное расположение молекул, тем не менее, принадлежит к числу возможных; следовательно, как ни мала вероятность образования упорядоченной системы, она все же отлична от нуля. В таком случае можно вывести следующие два положения: во-первых, при неопределенно продолжающейся смене расположений, т.-е. при продолжающемся движении частиц, всякое возможное упорядоченное расположение возникает с неизбежностью. Пусть p означает вероятность возникновения упорядоченной системы за время одного года; при чем p в данном случае весьма малая дробь. Вероятность ненаступления нашего события, т.-е. невозникновения упорядоченной системы в течение года, равна $1-p$. В течение n лет вероятность невозникновения системы равна $(1-p)^n$, а вероятность возникновения $1-(1-p)^n$. Но величина n растет безгранично. Следовательно, как бы ни была умопомрачительно мала дробь p , вероятность невозникновения системы стремится к нулю, а вероятность возникновения стремится к единице, т.-е. наступление события необходимо.

Во-вторых, при неопределенном продолжении беспорядочного движения частиц упорядоченные расположения будут возникать периодически, при чем средняя величина периода есть функция от вероятности класса упорядоченных расположений.

Возьмем такое n , чтобы $(1-p)^n = \frac{1}{2}$; отсюда $n = -\frac{\log 2}{\log(1-p)}$;

так как $\log(1-p)$ чрезвычайно малая отрицательная величина, то n — весьма большое положительное число. Пусть S лет будет период времени весьма большой по сравнению с n . В таком случае, согласно теореме Бернулли, упорядоченное расположение возникнет приблизительно $\frac{S}{2n}$ раз в течение периода S , при чем n есть указанная функция от p .

Полученный результат может быть применен, например, к вопросу о происхождении живых существ. Первичное живое существо представляет собою некоторую комбинацию молекул. Ни про одну комбинацию молекул нельзя сказать безусловно, что вероятность ее возникновения равна нулю. Во всяком случае, такая комбинация молекул, как в простейшей клетке, имеет некоторую вероятность возникнуть при некоторых особо благоприятствующих условиях. Эти условия, в свою очередь, могут возникнуть вследствие благоприятных совпадений в ходе эволюции какой-либо планеты. Как бы ни была ничтожна вероятность самопроизвольного зарождения организованного существа, но если ареной его возможного происхождения служит вселенная, безграничная во времени и пространстве, то эти организмы должны неизбежно возникнуть. Таково происхождение жизни с точки зрения атомизма.

Возьмем более обыденный пример: один из игроков в винт имеет на руках большой шлем. Такой расклад карт в любой данный момент случаен и зависит от расположения обстоятельств; но при неопределенном продолжении игры наступление такого расклада необходимо, потому что вероятность его отлична от нуля.

Подобные выводы могут нам указать процессы, обратные по отношению к всеобщему закону рассеяния энергии. Согласно принципу Карно, всякая энергия стремится перейти из более ценной формы в менее ценную, т.-е. в форму менее способную совершать полезную работу. Механическая, электромагнитная,

химическая и т. п. энергии переходят в тепло, а тепло стремится рассеяться в пространстве. Всякие разницы температур стремятся выравняться, а так как для совершения работы необходима разность температур, то энергия в природе все более и более обесценивается. Параллельно с понижением качества энергии и с падением ее ценности возрастает энтропия, некоторая функция состояния тела. Энтропия выражает собою меру обесценения энергии системы. Принцип рассеяния энергии может быть также выражен в такой форме: энтропия вселенной стремится к максимуму. Вследствие этого миру угрожает так называемая «тепловая смерть», т.-е. состояние полного выравнивания температур, полного истощения полезной энергии и невозможности какой бы то ни было работы.

Физики тщетно искали каких-либо процессов в природе, которые давали бы в результате уменьшение энтропии, и только Л. Больцман показал, что стремление к рассеянию энергии и переходу в менее ценные формы объясняется движениями мельчайших частиц. Совокупность частиц в какой-либо системе стремится перейти к менее упорядоченному, более равномерному и вообще к более вероятному расположению, следствием чего и является обесценение энергии. Энтропия, с этой точки зрения, есть не что иное, как логарифм вероятности состояния системы, как особого класса расположений. Стремление энтропии к максимуму означает стремление частиц к вероятнейшему, т.-е. к наиболее равномерному и неупорядоченному расположению.

Допустим теперь, что «тепловая смерть» вселенной наступила, и вселенная находится в наиболее вероятном состоянии. Мы видели, что математическая теория предусматривает неизбежность отклонений от наивероятнейшего состояния: материя и энергия могут в некоторых пунктах концентрироваться, образовать упорядоченную систему. Так как вселенная безгранична, то и размер таких отклонений может быть больше всякой заданной величины. В общем масштабе вселенной эти отклонения ничтожны; но с нашей точки зрения они могут быть колоссальны; они могут быть достаточны как для образования отдельной туманности, так и целой звездной системы, подобной млечному пути.

Больцман первый обратил внимание на неизбежность грандиозных отклонений от вероятнейшего течения процессов в бесконечности пространства и времени.

Среди современных исследователей аналогичные взгляды высказывает В. Нернст. Нернст принимает, что атомы всех элементов вселенной разлагаются с течением времени, при чем радиоактивные элементы отличаются от прочих только быстротой распада. Конечным продуктом разложения атомов, согласно Нернсту, является первичная субстанция, которую он отождествляет с мировым, междупланетным эфиром. В этом заключается процесс рассеяния. Но Нернст указывает также на неизбежность обратного процесса: в эфире должны осуществляться всевозможные группировки, даже самые невероятные, и таким путем время от времени могли бы вновь образоваться атомы различных элементов. По расчетам Нернста, если в сотне литров мирового эфира может возникнуть один атом урана в период несравненно более громадный, чем 1000 миллионов лет, тогда распад атомов будет компенсирован, и масса мира будет постоянной ¹⁾).

Таким образом, быть может, «тепловая смерть» представляет собою нормальное состояние вселенной; вселенная в целом всегда находится в своем наивероятнейшем состоянии; космические системы возникают из хаоса, как неизбежные исключения, согласно тому же закону вероятности, как и большой шлем получается в карточной игре. Но раз подобная космическая система возникла, частицы, ее составляющие, опять стремятся возвратиться к наиболее вероятному состоянию, и во всех процессах опять получает господство закон увеличения энтропии. Подобный взгляд мог бы нам объяснить также чрезвычайную редкость космических систем, громадные расстояния между небесными телами в сравнении с величиной последних.

При возникновении упорядоченной системы из хаоса следует различать полную и специфическую причины образования системы (см. гл. IV). Полною причиною является совокупность обстоятельств, предшествовавших появлению системы; первое место среди них занимает некоторое неустойчивое расположение частей. Полная причина объясняет нам только случайное возникновение системы в данное время, в данном месте; познание полной причины, как сказано, вовсе лишено ценности. Специфической причиною образования системы является возможность или вероятность, имманентно присущая системе, как опреде-

¹⁾ В. Нернст: «Мироздание в свете новых исследований».

ленному классу расположений. Именно эта внутренняя причина и объясняет необходимость возникновения данной системы рано или поздно, независимо от тех или иных единичных расположений.

В результате, законы случая проливают свет на возникновение причинных рядов.

ЛОГИКА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ФИЛОСОФСКИЙ КРИТИЦИЗМ

1. НЕОБХОДИМЫЙ ВЫВОД ЛОГИКИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Бросая общий взгляд на индуктивный метод, мы видим, что он заключается в подбории логических оснований к фактически данному материалу. При этом за абсолютно достоверную точку опоры принимается не очевидность аксиом, но фактическая очевидность переживаемых чувственных состояний сознания, при чем от последних разум восходит к их причинам. Логические основания переживаемых фактов нигде не могут быть даны в опыте; они изобретаются и создаются самим разумом; в этом смысле они априорны; они строятся с таким расчетом, чтобы из них обратно можно было вывести чувственно данные факты. В результате оказывается возможным вывести всю природу из идей и понятий, построенных разумом, а также предсказывать новые факты, будущие ощущения. Но такое положение дела является результатом долгой и трудной работы, в которой разум приспособляется к фактам. Разум изобретает последовательно множество идей; каждую из них он развивает в свои следствия и сопоставляет с фактами. При этом испытании огромное большинство идей погибает, остаются только немногие, приспособленные. Не только история науки показывает, как гибнут тщательно обдуманые и разработанные теории; значительно большее число идей погибает, не выходя из стадии предварительной работы. Всякий выдающийся естествоиспытатель может рассказать, какое количество идей надо перепробовать, прежде

чем натолкнешься на идею, сколько-нибудь приспособленную к фактам; об этих предварительно погибших идеях знает только сам исследователь и его ближайшие сотрудники.

Таким образом, в царстве идей таюже происходит борьба за существование, гибель огромного большинства и выживание наиболее приспособленных. Посредством указанного процесса разум приспособляется к внешней для него необходимости, к независимым от него законам, определяющим возникновение ощущений, т.-е. к тому, что является причиной ощущений. Гипотетическую причину ощущений или ту внешнюю необходимость, которая независима от интеллекта и определяет состояние сознания, мы называем вещами или материей. Идеи, оправданные опытом, являются, таким образом, приспособленными к объективному строю вещей и, следовательно, содержат в себе познание вещей, в отличие от идей, не приспособленных к фактам. Иными словами,— разум в процессе опыта познает то, что принято в философии называть вещью в себе,— вот совершенно неизбежный вывод, к которому приходит логика естествознания.

Попытаемся теперь вскрыть ту предпосылку, которая приводит в философии к выводу непознаваемости вещей в себе. Основные аргументы для доказательства непознаваемости вещей даны Кантом; основные аргументы остаются теми же самыми и у всех последующих авторов, так или иначе находящихся под влиянием Канта. Рассмотрев эти аргументы, мы убедимся в том, что предпосылкой, интересующей нас, оказывается не что иное, как традиционная догматическая логика.

Кант ясно видел, что система законов природы не может быть дедуцирована из опыта. Опыт сам по себе дает лишь суждения восприятия; он научает только тому, что существует, и как оно существует, но не показывает, что это необходимым образом должно быть так, а не иначе. Так как на-лицо все же имеется согласие законов и опыта, и так как невозможно вывести законы из опыта, то, следовательно, дело происходит так, что опыт выводится из законов. Но в то же время Канту совершенно чужда идея о том, что законы могут быть получены в процессе опыта путем умозаключений. обратных дедуктивным, и что именно факты опыта, как последние следствия, определяют, что истинно и что ложно. Логика Канта вполне догматична: основания, а не следствия являются критерием истины. Исходным пунктом

системы Канта является указание на то, что существуют синтетические суждения *a priori*. Под суждениями *a priori* Кант понимал суждения абсолютно достоверные и необходимые, признание которых не может зависеть ни от какого опыта; очевидность подобных суждений служит полной гарантией их истинности и определяет собою, далее, истинность всех их следствий. Термин — *a priori* — может быть употреблен в различном значении. Я употребляю его преимущественно в психологическом смысле: априорна та идея, которая зародилась в интеллекте, сообразно представляющей способности последнего. Кант придает термину «*a priori*» метафизический смысл: априорные суждения являются источником аподиктической достоверности. В науке играют известную роль также условные соглашения; их я называю логически априорными суждениями. Так как весь опыт выводится из подобных априорных суждений, то, следовательно, объективность опыта определяется рассудочными суждениями, как верховным критерием истины. Тот факт, что опыт вытекает из законов рассудка, при наличности догматической логики, необходимо истолковывается так: «рассудок не почерпает своих законов из природы, а предписывает их ей». Но, предписывая законы природе, определяя опыт, рассудок не может перейти за свои границы. Творчество рассудка остается его творчеством; рассудок может предписывать законы только явлениям, а вещи остаются «в себе», т.-е. вне этого творчества, не находят отражения в законах природы, определенных исключительно рассудком. Кант должен был признать поэтому, что вещь в себе непознаваема ни *a priori*, ни *a posteriori*. Рассудок может сколько угодно расчленять понятия, но через это он не может приблизиться к познанию того, чем определяется вещь, независимо от понятия. Рассудок может предписывать законы системе своих собственных представлений, но он не может предписывать законов системе вещей. Следовательно, познание вещей в себе *a priori* невозможно. Но это познание невозможно и *a posteriori*, потому что *a posteriori* мы имеем только эмпирические суждения восприятия, из которых в дальнейшем ничего невозможно дедуцировать.

Итак, мы можем познавать только явления, которые целиком представляют собою продукты закономерной деятельности субъекта.

Рассмотрим поближе важнейшие доводы Канта.

Априорные основоположения рассудка связаны с явлениями логическим отношением основания и следствия. Но, согласно догматической логике, логическое основание есть условие следствия. Следовательно, основоположения не могут иметь опытного происхождения, так как они сами представляют собою необходимые условия возможности опыта. Этот аргумент мы должны обратить. Мы должны согласиться с тем, что основоположения рассудка относятся к явлениям как логические основания относятся к следствиям, а именно, основоположения служат большими посылками тех силлогизмов, заключения которых суть явления; но это значит, что явления имеют значение необходимых условий основоположений, с которыми последние и должны соотноситься.

Но наиболее существенным аргументом Канта является указание на аподиктическую достоверность, т.-е. на всеобщность и необходимость априорных суждений. В эпоху Канта это был весьма сильный довод. Необходимо признать, что нам действительно врождена особая форма созерцания объектов, и что мы не в состоянии наглядно представить того, что не укладывается в эту форму. Усумниться в безусловной достоверности математики было так же трудно, как и объяснить, каким образом наши представления могут а priori оказаться в согласии с вещами в себе. Сам Кант, правда, указал на логическую возможность сомневаться в необходимости априорных основоположений: можно думать, что, например, априорность причинного закона еще не указывает на то, что действие связано с причиною в объекте. «Я так устроен, что могу мыслить это представление не иначе, как связанным так-то» («Критика чистого разума» пер. Лосского, стр. 115). Таким образом, поскольку я мыслю и созерцаю, закон причинности и основоположения математики представляются мне безусловными и необходимыми; но должен ли я мыслить и созерцать, применимо ли мое мышление к объектам — это может быть еще подвергнуто сомнению. Однако такое мнение в эпоху Канта было бы выражением самого крайнего и дерзкого скептицизма. В настоящее же время указанное мнение принято многими; в нем нет более ничего скептического, так как оно является только естественным следствием теории эволюции. Чувство очевидности априорных синтетических суждений появилось в результате бесчисленных опытов, проделанных

многими поколениями наших предков. Наша психическая организация, включающая определенную форму априорных созерцаний, развивалась параллельно развитию центральной нервной системы, при чем развитие той или другой вызывается потребностями более совершенного приспособления к среде. Идеей эволюции, таким образом, вполне объясняется как субъективная необходимость определенным способом связывать представления, так и объективное значение связи.

Философия Канта оставила вполне открытым следующий вопрос: как может мыслящее существо иметь чувственные созерцания?.. («Критика», стр. 247 русск. пер.). Этот метафизический вопрос метафизика разрешить не может; его мы должны также обратить и спросить так: каким образом чувственное существо может мыслить?.. Вопрос, поставленный таким образом, является уже естественно-научной проблемой, относящейся к теории эволюции.

Итак, наши суждения, понятия, формулы, образы определяются, как истинные в опыте. Отыскивая такие понятия и суждения, которые выдерживают опытную проверку, мы приспособляемся к вещам. Вещи, таким образом, кладут отпечаток, запечатлеваются в истинных суждениях как образно-практического, так и отвлеченно-научного мышления. Каждой детали нашего представления должен соответствовать причинный эквивалент в вещи, то, что определяет в опыте эту деталь как истинную. Этот отпечаток вещей в наших суждениях и есть познание вещей. Следовательно, мы имеем познание вещей, мы можем познавать вещи.

Вещи, отпечатываясь в наших суждениях, таким образом являются нам. Ощущения, как таковые, т.-е. в чистом виде, почти не доходят до нашего сознания. Мы интерпретируем их сперва инстинктивно, путем ассоциаций, и затем сознательно, путем научных понятий. Вместо пестрой смены ощущений, мы имеем мир научных образов. Хотя эта интерпретация производится нами, однако, все образы, все понятия, все категории, одним словом, все формы, посредством которых мы интерпретируем и упорядочиваем ощущения, определены как истинные в конечном счете опытом и, следовательно, вещами. Следовательно, во всех этих формах интерпретации ощущений отпечатываются вещи, и именно таким образом вещи являются нам. Одно и то же,

рассматриваемое с субъективной стороны, есть познание вещей, а с объективной — явление вещей нам.

В высшей степени замечательно, что, обращая отношение между основанием и следствием, мы совершенно изменяем выводы, которые можно получить из тех же самых посылок. Ввиду этого представляется интересным провести более детально параллель между выводами трансцендентальной логики Канта, с одной стороны, и выводами логики естествознания — с другой, хотя бы для того, чтобы представить более выпукло те следствия, к которым неизбежно приводит логика естествознания.

2. ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ

Согласно учению Канта, пространство и время не суть эмпирические понятия, но чистые созерцания а priori и, следовательно, обладающие характером всеобщности и необходимости. Они не могут быть получены из опыта, так как опыт не дает аподиктически-достоверных познаний; кроме того, всякий опыт, всякий эмпирический объект уже предполагает пространство и время как условие своей возможности. Следовательно, пространство и время суть также чистые формы восприимчивости субъекта; отсюда, далее, следует их трансцендентальная идеальность, а также идеальность всех объектов, находящихся в пространстве и времени. В самом деле, объекты находятся в пространстве и времени; пространство и время они имеют как необходимое условие самой своей возможности; но пространство и время суть только созерцания субъекта и вне этого суть ничто. Следовательно, и объекты, находящиеся в пространстве и времени, суть только явления и, независимо от представляющего субъекта, суть ничто.

Прежде всего, необходимо согласиться с тем, что мы имеем априорные (в психологическом смысле) созерцания пространства и времени. Как законченные представления математического пространства и математического времени, так даже и отдельные эмпирические пространственные образы не могут быть даны в опыте — и представляют собою продукты деятельности, направленной согласно определенным врожденным предрасположениям, следовательно, они априорны. Но от готового всеобъемлющего созерцания пространства и времени следует отличать отно-

шения сосуществования и последовательности между ощущениями. Созерцание пространства и времени априорны; но априорен ли порядок ощущений?.. Должен ли порядок ощущений сообразоваться с изначалью-метафизически данной способностью представляющей деятельности субъекта, или, наоборот, представляющая способность должна сообразоваться с фактически данным порядком ощущений?.. Создает ли впервые представляющая способность субъекта определенный порядок ощущений, или, наоборот, только приспосабливается к порядку ощущений, независимо от познавательной способности субъекта?

Как же доказывает нужные ему положения Кант?..

Аргументы его нам уже отчасти знакомы из предыдущего. Он приводит два главных аргумента, из которых первый он называет метафизическим, а второй — трансцендентальным истолкованием понятия пространства. Он говорит, что представление пространства должно уже лежать в основе для того, чтобы известные ощущения были относимы к чему-то вне меня, а также для того, чтобы я мог представлять их, как находящиеся вне и подле друг друга. Пространство есть необходимое априорное представление, лежащее в основе всех внешних наглядных представлений. Поэтому, пространство следует рассматривать, как условие возможности явлений, а не как зависящее от них определение. Второй аргумент указывает, что если бы чистое созерцание пространства сообразовалось с эмпирически находящимися отношениями, а не наоборот, то пространственные созерцания не могли бы иметь присущего им характера необходимости и всеобщности. Между тем, существует наука геометрия, определяющая свойства пространства синтетически и тем не менее а priori. Только истолкование понятия пространства как априорного созерцания объясняет возможность геометрии как априорного синтетического знания.

Теперь оценим с нашей точки зрения оба указанных аргумента. Способность рассматривать ощущения как находящиеся вне меня и вне друг друга несомненно априорна. При этом с психологической стороны частные эмпирические пространственные образы возникают в субъекте ранее, нежели чистое всеобъемлющее созерцание пространства, и, следовательно, не нуждаются в последнем для своего возникновения. Но Кант имеет в виду не психологическую сторону дела; он соглашается с тем, что

во времени никакое знание не предшествует опыту. Кант утверждает, что чистое априорное созерцание пространства необходимо как метафизическое условие эмпирических созерцаний и самого порядка ощущений. Какой смысл может иметь последнее утверждение?.. Исключительно следующий: отдельные эмпирические образы могут быть получены из чистого созерцания пространства путем заполнения частей пространства материалом ощущений, отдельное представление расстояния может быть получено из пространства путем ограничения последнего; следовательно, возможность эмпирических созерцаний и порядка ощущений может быть выведена из чистого аподиктически достоверного созерцания пространства, как следствия выводятся из основания. Но предполагается, что логическое основание, в особенности аподиктически достоверное, является необходимым условием своего следствия. Поэтому всякое эмпирически находимое пространственное отношение предполагает чистое созерцание пространства, как свое логическое основание, а, следовательно, как условие своей возможности.

Этот аргумент, как уже сказано, мы должны обратить: если эмпирические пространственные соотношения относятся к чистому созерцанию пространства, как следствия к основанию, это значит, что чистое созерцание пространства дано под условием данности эмпирических отношений.

Что касается второго из указанных аргументов, то он также не может нас удовлетворить по основаниям, изложенным ранее. Априорное происхождение какого-нибудь знания, с нашей точки зрения, вовсе не является ручательством за аподиктическую достоверность.

Что справедливо относительно пространства, справедливо и относительно времени. Допустим, что нам даны два следующие друг за другом ощущения а и б. Интеллект присоединяет к ним некоторое созерцание длительности, при помощи которого он схватывает оба ощущения в их последовательности. Физиологически это соответствует реакции высшего нервного центра на воздействие органа внешнего чувства. Без созерцательного представления сознание восприняло бы сперва ощущение а, не предугадывая возможности б, а затем ощущение б, забывши ощущение а, но не могло бы воспринять порядка ощущений. Согласно Канту, как последовательность ощущений

а и b, так и возможность ее эмпирического созерцания основывается на чисто априорном созерцании времени и предполагает последнее, как свое условие. Но возможен и другой взгляд. Можно утверждать, что порядок ощущений а и b дан независимо от представляющей способности субъекта. То, что определяет независимый от интеллекта порядок ощущений так же, как и самые ощущения, мы называем вещами. Эмпирическое представление, присоединяемое к данным ощущениям, служит не для приведения ощущений в порядок, а для восприятия того порядка, в котором они даются. Эмпирическое созерцание, следовательно, приспособляется к тому, что определяет порядок ощущений, т.-е. к вещам. Всеобъемлющие созерцания времени и пространства, в свою очередь, приспособляются к эмпирическим наглядным представлениям точно так же, как вообще логические основания приспособляются к своим следствиям. В самом деле, законченные представления математического пространства и времени ничего не могут прибавить к достоверности эмпирически воспринятого факта, например, движения; наоборот, ценность чистых созерцаний основывается, в конце концов, на возможности эмпирического применения. Таким образом, чистые созерцания приспособляются к эмпирическим созерцаниям, через них к ощущениям и, следовательно, в конечном счете, к вещам.

Впрочем, с своей точки зрения, т.-е. с точки зрения догматической логики, Кант вполне прав. Если допустить основную догматическую посылку, т.-е. рассматривать логическое основание как необходимое условие следствия, тогда «трансцендентальная эстетика» становится неуязвимой, и все ее выводы необходимо должны быть приняты. Если отвергнуть указанную предпосылку и встать на точку зрения логики естествознания, то с тою же необходимостью должны быть приняты выводы совершенно иного характера.

3. ЭМПИРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Кант утверждает, что находимые нами в опыте объекты и вообще единые цельные образы не даны нам непосредственно, но представляют собою продукт самодеятельности рассудка, который впервые вносит единство и связь в данный сознанию пестрый разрозненный поток ощущений. Указанный акт само-

деятельности способности представления Кант называет синтезом. Кант различает эмпирический синтез, или синтез посредством ассоциаций, и трансцендентальный синтез, который всеобщим и необходимым образом, посредством понятий, превращает совокупности ощущений в объекты. Эмпирическому синтезу Кант уделяет ничтожно малое внимание, считая его, повидимому, не ценным и не имеющим значения. Однако, с принятой нами точки зрения, необходимо прежде всего познакомиться с эмпирическим синтезом, т. е. с функцией интеллекта собирать и выделять единые образы в непрерывном потоке ощущений, путем автоматически примышляемых ассоциаций к непосредственно-воспринимаемому материалу.

Эмпирический синтез заключается в том, что причиняемые вещами ощущения, вследствие деятельности нервных центров, автоматически дополняются многочисленными ассоциациями; в особенности подвергаются такой обработке ощущения зрительные, мускульные и тактильные. Непосредственно данное доходит до сознания не в первоначальном и нетронутым виде, но дополняется представлениями ранее пережитого, которые сливаются с непосредственно-ощущаемым и объединяют его в один целостный образ. Полученный таким путем образ можно рассматривать, как равнодействующую ощущаемого в данный момент и накопленного ранее опыта (см. также Вундт «Очерк психологии» стр. 270 русск. пер.).

Например, когда мы что-либо рассматриваем, то ясность или туманность образа ассоциируется с его расстоянием от нас; точно так же напряжение мускулов глаз для конвергенции осей и аккомодации хрусталика ассоциируется с определенным расстоянием, последнее же ассоциируется с величиной образа. Градации света и тени ассоциируются с рельефом, с выпуклостями, округленными очертаниями, с острыми краями и т. п. Ощущения плоских цветных пятен, ощущения деятельности глазных мускулов, необходимой для аккомодации и конвергенции, абсолютная величина зрительного впечатления, т. е. тот угол, под которым дан образ, и т. п. непосредственные элементы, как такие, даже не доходят до сознания. До сознания доходит только конечный продукт синтеза — цельный образ, созерцаемый в трехмерном пространстве.

Указанные ассоциации очень важны, так как они более однообразны и устойчивы по сравнению с ощущениями и хорошо

поддаются классификации. Ощущения сами по себе слишком пестры и текучи, зависят от слишком многих условий; в количественном отношении они, строго говоря, не сравнимы друг с другом и почти не могут быть измерены; они представляют собою чистое, непрерывно меняющееся качество. В психологии ощущения классифицируются по их непосредственному сходству; но в науках о внешнем мире ощущения классифицируются по тем ассоциациям, которые они произвольно присоединяют.

Для психологии важно качество ощущения, а для естествознания, например, для физики, качество ощущений не имеет значения, а ценно только свойство ощущения автоматически вызывать ту или иную ассоциацию. Например, когда мы сравниваем различные случаи падения тел на земной поверхности: падение тел легких, тяжелых, различной величины, формы, цвета, на различных расстояниях, с различных высот и по всевозможным траекториям,— все эти случаи настолько разнообразны, что не вызывают сходных ощущений,— зато всегда вызывают сходные ассоциации. Вообще ощущения, хотя бы и не сходные по качеству, извещают нас об одном и том же, если ассоциации, вызванные ими, сходны. Наоборот, даже одинаковые ощущения оцениваются совершенно различно, если различны присоединяемые ими ассоциации. Если ощущение не сопровождается удовольствием или болью, то все его значение заключается в том, какую оно вызовет ассоциацию. Но ассоциация, автоматически вызываемая ощущением, зависит не столько от качества самого ощущения, сколько от отношения его к одновременным и предшествовавшим ощущениям, от сходства или контраста с ними, а главным образом, от общей связи непосредственно предшествовавших ассоциаций; например, тот же самый шум может ассоциироваться или с маленьким животным, находящимся на близком расстоянии, или же с чудовищем в некотором отдалении.

Таким образом, ассоциации являются первоначальным инструментом познания, необходимым посредником между ощущениями и вещами. Невозможно установить непосредственной закономерности ощущений, но только закономерную связь ассоциаций и ощущений. Разум не мог бы разобраться в многообразии ощущений, если бы он не имел дело с готовым уже продуктом эмпирического синтеза, если бы дополнение и соединение непосред-

ственно данных ощущений в цельные образы не происходило автоматически. Всякий раз, когда мы наблюдаем какую-либо правильность в природе, если иметь в виду также психологическую сторону дела, мы наблюдаем, вместе с тем, над правильностью работы ассоциирующего и синтезирующего аппарата.

Этим опровергается философское учение Маха, которое требует, чтобы изучали непосредственную зависимость ощущений друг от друга. Тела, по мнению Маха, должны быть сведены к комплексам ощущений, и физика должна изучать звуки, цвета, давления и т. п. элементы ощущений. Учение Маха носит название эмпирио-критицизма, но правильнее было бы назвать его априсным эмпиризмом, так как его точка зрения основана на априорном допущении — простоты природы (см. V, 4). Если считают возможным говорить о зависимости ощущений друг от друга, то исключительно потому, что еще не пытались отыскивать подобную зависимость, так как в противном случае сразу убедились бы в абсолютной неразрешимости задачи. Легко доказать, наоборот, что ощущения в действительности не зависят непосредственно друг от друга; для этого достаточно установить следующие три закона, которые каждый может легко проверить: 1) каковы бы ни были ощущения А и В, разделенные некоторым промежутком времени, переход от А к В не зависит от промежуточных ощущений и может быть совершен бесконечным числом различных способов; 2) за всяким ощущением А может следовать любое из непосредственно большого числа ощущений, а также предшествовать ощущению А и быть с ним одновременным; 3) если дано ощущение А, то нельзя указать никакого другого ощущения В, которое неизменно следовало бы за первым.

Присматриваясь ближе к присоединяемым в акте синтеза ассоциациям, мы можем убедиться, что последние представляют собою не что иное, как антиципации возможных будущих ощущений. Например, расстояние, на которое я отношу образ, дает меру тех усилий, которые я должен затратить для того, чтобы приблизиться к нему вплотную. Представление рельефа показывает мне, чего я должен ожидать, если я захочу осязать предмет руками и т. д.; всякая деталь созерцаемого образа антиципирует те или иные возможные ощущения. Ощущения, антиципируемые ассоциациями, не должны неизбежно наступить, последнее невозможно, так как мы антиципируем значительно

больше ощущений, нежели в состоянии воспринять; антиципируемые ощущения только возможны; впрочем, мы всегда представляем и те добавочные условия, при которых наступление тех или иных ощущений становится неизбежным. Таким образом, мы созерцаем возможности ощущений в форме наглядных, легко обозримых образов, из которых каждый целиком построен из представлений таких антиципируемых возможностей.

Теперь становится понятным значение и смысл функции синтеза, этой замечательной способности интеллекта получать первое как бы автоматическое знание о вещах. Способность антиципировать возможные ощущения имеет биологическое значение; она выработалась как приспособление индивида к среде, как необходимое орудие в борьбе за существование, позволяющее ориентироваться среди окружающих обстоятельств и предвидеть, чего и при каких условиях можно ожидать в дальнейшем.

Присоединяемый в акте синтеза материал черпается, главным образом, из воспроизводимых памятью ранее пережитых ощущений. Но сюда приходят также и некоторые идеи, имеющие свой источник в интеллекте, как, например, понятие причины. Таким образом, здесь мы имеем уже переход к тому, что Кант называет трансцендентальным синтезом. Образы, получаемые в результате синтеза, мы оцениваем как внешние причины ощущений. Интеллект непроизвольно рассматривает данные ему ощущения как следствия и автоматически примышляет к ним образы, имеющие значение внешних причин. С точки зрения логики, интеллект, присоединяя ассоциации, переходит от следствий к основаниям, и самый акт синтеза представляет собою, стало быть, индуктивное заключение. Из присоединяемой таким образом причины можно прежде всего обратно вывести те ощущения, которые дали повод для синтеза, а затем можно перейти к будущим ощущениям, как дальнейшим следствиям тех же самых причин. Именно этот путь дает нам возможность антиципировать будущие ощущения.

Присоединенные ассоциации, как индуктивные заключения, могут оказаться и ошибочными; мы становимся иногда жертвою иллюзий, обманчивых образов, ложных антиципаций. Но в подавляющем большинстве случаев синтез дает нам правильные заключения, так как правильность всякой отдельной ассоциации постоянно находится под контролем других ассоциаций, а также

может быть проверена непосредственно ощущениями и в действительности ежеминутно таким образом проверяется.

Шопенгауэр уже указывал на то, что, созерцая объекты, рассудок тем самым умозаключает от ощущения к их внешним причинам; он указывал и вообще на интеллектуальный характер созерцания, а также на то, что вне рассудочного синтеза никакое созерцание невозможно. Но эта теория была безнадежно испорчена его пониманием причинности. Причина всегда предшествует своим действиям во времени и ни в каком случае не может быть одновременной с действием — вот одно из основных положений философии Шопенгауэра.

Согласно этой теории выходит, что, переходя от следствия к причине, рассудок все время подыскивает ко всякому данному ощущению то, что ему предшествовало; рассудок, таким образом, смотрит не вперед, а назад, не антиципирует, а созерцает то, что уже миновало. Шопенгауэр не мог допустить заключений к устойчивым причинным связям, одновременным со своими следствиями, а только такие заключения позволяют антиципировать будущее. Но в таком случае вообще остается неизвестным, для чего нужны эти автоматические заключения к прошедшему, для чего интеллекту нужна способность созерцания. Теория Шопенгауэра превращает рассудочный синтез в праздную, совершенно бесцельную игру представлений.

4. ОБЪЕКТИВНОСТЬ ОПЫТА

Переход к трансцендентальному синтезу в системе Канта может быть резюмирован таким образом: эмпирический синтез имеет психологическое значение. Взятый сам по себе, эмпирический синтез оставляет очень многое необъясненным в нашем процессе познания.

Так, эмпирический синтез антиципирует будущие ощущения, но не обосновывает нашего права на ожидание возможных ощущений. Он связывает ощущения субъективно в сознании посредством ассоциаций и вносит субъективное единство, но он не объясняет единства и связи в объектах; он дает только образы, но не объекты. Но связь ассоциаций, а следовательно, и эмпирический синтез должны сами основываться на чем-то устойчивом и необходимом, без чего эмпирический синтез остается как бы

висящим в воздухе. Между тем, перед нами находится мир единых объектов, не зависящих от случайных ассоциаций эмпирического сознания, в котором все совершается по неизменным законам и в котором все связано необходимым образом. Наконец, совокупность всех единых объектов объединяется в единую природу, в единый объективный мир. Однако это объективное единство, этот неизменный и необходимый закон не может быть дан нам непосредственно, но представляет собою также продукт самодеятельности рассудка. Эмпирический синтез не может дать ни объективного единства, ни всеобщей и необходимой связи. Все это необходимо вынуждает принять другую функцию рассудка, отличную от эмпирического синтеза. Кант называет ее трансцендентальным синтезом. В акте эмпирического синтеза рассудок посредством ассоциаций вносит единство в поток ощущений, относя их к единому эмпирическому сознанию; но эмпирическое сознание само случайно и изменчиво, поэтому и связь ассоциаций не может иметь необходимого характера. Трансцендентальный же синтез относит все состояния сознания, посредством применения понятий, к чистому сознанию, которое всегда одинаково и тождественно само с собою. В результате получается объективная, т.-е. всеобщая и необходимая связь явлений. Тем самым актом, которым рассудок, посредством подведения под категории, создает объекты, вкладывая в объект единство сознания, создается также возможность отнесения всех восприятий к чистому сознанию, и, следовательно, создается то, что Кант называет синтетическим единством апперцепции. Иными словами, создавая объекты, рассудок создает тем самым единую объективную природу, которая есть не что иное, как отнесение всех восприятий к единству чистого сознания.

Таковы выводы Канта.

«Трансцендентальная аналитика» построена на тех же самых, уже знакомых нам двух аргументах. На-лицо имеется полное согласие опыта, с одной стороны, и рассудочных категорий — с другой. Если бы категории сообразовались с опытом, то они не могли бы иметь характера всеобщности и необходимости и, следовательно, не могли бы обосновывать опыт. Всякий опыт вытекает из категорий, так как основоположения рассудка являются большими посылками для всех опытных суждений, рассматриваемых как следствия. Так как основоположения рас-

судка аподиктически достоверны, то они являются необходимым условием возможности опыта.

Эти аргументы должны быть переоценены точно таким же образом, как показано в предшествующих статьях.

Случайный и изменчивый эмпирический синтез, согласно Канту, также должен основываться на трансцендентальном синтезе и вытекать из него, как следствие из основания, так как связь ассоциаций и субъективная последовательность должны иметь свое основание в объекте. Но, с нашей точки зрения, это может значить только то, что трансцендентальный синтез получен из эмпирического путем индуктивных умозаключений: например, когда мы заключаем от ассоциаций к связи в объекте или от ощущений к их внешним причинам. В таком случае трансцендентальный синтез должен сообразоваться с эмпирическим, как со своим следствием и, стало быть, условием. Трансцендентальный синтез, стало быть, приобретает эмпирический характер. Таким образом, там, рассматривая эмпирический синтез, мы вынуждены были ввести трансцендентальные элементы, например, понятие причины; здесь же, рассматривая трансцендентальный синтез, мы пришли к заключению, что он также имеет эмпирический характер. Следовательно, нет основания различать двойкий синтез; трансцендентальный синтез, как такой, невозможен; существует только эмпирический синтез, который может рассматриваться двойко: с точки зрения психологии и с точки зрения логики.

Но если трансцендентальный синтез невозможен, то чем должен быть обоснован эмпирический синтез, что может определять устойчивость и объективное значение субъективной деятельности ассоциаций?.. Ответ может быть только один: никакая интеллектуальная деятельность не может создать и вложить в объекты устойчивость и необходимую законообразную связь. Устойчивость и связь должны находиться в вещах, которые существуют в себе и в то же время познаются нами, которые через посредство ощущений определяют эмпирический синтез, а также определяют в опыте все наши истинные суждения. Если искать источник достоверности в основоположениях а priori, в таком случае эмпирический синтез определяется, так сказать, сверху; о познании вещей не может быть и речи; устойчивость и объективная связь находимых в опыте отношений могут быть объяс-

нены только синтетическим единством трансцендентальной апперцепции. Если же видеть источник достоверности в ощущениях, тогда не та или иная деятельность интеллекта, а только сами вещи могут быть признаны единственным источником устойчивости и связи.

Теперь ничто не мешает нам рассматривать вещи, как причины ощущений, хотя, согласно философии Канта, категория причинности не может быть применена к вещам в себе. В самом деле, всякое причинное суждение определяется как истинное в опыте; следовательно, оно содержит в себе отпечаток вещей, который мы называем познанием вещей. Согласно Канту, необходимое сосуществование или необходимая последовательность и познается необходимо, т.-е. подведение под категорию придает суждению характер безусловной достоверности. С нашей же точки зрения, мы можем допускать с большей или меньшей достоверностью, что привычная последовательность есть в то же время и необходимая. Присоединение причинного суждения, таким образом, создает новую проблему и требует оправдания допущенного посредством научных экспериментов, но зато, с другой стороны, относится не только к явлениям, но и к вещам.

Понятие научного эксперимента, посредством которого проверяются причинные суждения, не вполне совпадает с понятием опыта у Канта. Опыт заключается в накоплении эмпирического материала и в упорядочении его посредством суждений рассудка. Но после того, как это закончено, требуется еще экспериментальная проверка полученных таким образом законов. Последнее лишь с трудом укладывается в схему учения Канта, так как в эксперименте рассудок отказывается навязывать законы природе и ищет решающей инстанции в наступлении или ненаступлении некоторого антиципируемого факта. Возможность правительных предсказаний — этого непременно требует естественно-научный метод от всякой теории.

Но истинное предсказание есть не только исполненное ожидание, но и сознание необходимости наступления предсказываемого. Кроме того, возможность безошибочного предсказания фактов несомненно доказывает, во-первых, что наступление фактов объективно необходимо, что оно определяется силами среды и, во-вторых, что наше предсказание отражает собою объективную необходимость и постольку является познанием

сил и законов внешней среды. Раз мы принимаем, что ощущения определяются вещами, мы должны принять также, что теория, правильно предсказывающая наступление каких-либо ощущений, должна подражать тем отношениям вещей, которые определяют предсказанные ощущения и, следовательно, заключают в себе познание вещей.

Впрочем, с точки зрения логики, правильное предсказание представляет собою только частный случай совпадения следствий теории с фактами, отличающийся не большею ценностью доказательства, но только большим эффектом.

5. О НАИБОЛЕЕ ОБЩИХ ЗАКОНАХ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Кроме эмпирических законов природы, нуждающихся в опытной проверке, философия Канта указывает на всеобщие законы природы, имеющие основание в рассудке, не нуждающиеся в опытной проверке и не могущие быть проверенными. К таким всеобщим законам природы, образующим в своей совокупности чистое естествознание, принадлежат закон постоянства субстанции (сохранение материи), закон причинности и др. Эти законы не нуждаются в проверке, так как они аподиктически достоверны, и они не могут быть проверены, так как никакой опыт не может их опровергнуть. Источник достоверности, таким образом, находится не в опыте, а в тех суждениях, которые вовсе не зависят от какого бы то ни было опыта.

Однако можно утверждать, что Кантовы априорные законы чистого естествознания относятся к явлениям так же мало, как и к вещам в себе, что они вполне пусты, и что опытные принципы, лежащие в основе естествознания, вовсе не тождественны с ними.

В самом деле: количество материи постоянно; означает ли этот принцип постоянство веса при химических превращениях? Отнюдь нет: последний принцип—эмпирический и может быть проверен, а первый—чистый и априорный. Если бы постоянства веса не существовало, чистый принцип не был бы поколеблен; такие случаи рассматривались бы как превращения весомой материи в невесомую и т. п. Каким бы образом ни происходили явления, чистый принцип от них не зависит и остается замкнутым в самом себе. Чистая идея постоянства материи

не может быть проверена при помощи весов, но именно потому она не применима к явлениям и вполне бесполезна.

Если бы в эпоху Канта закон сохранения энергии был известен, то он несомненно был бы им причислен к чистым априорным принципам естествознания. Как таковой, он мог бы быть применен ко всяким явлениям и представлял бы собою правило, указывающее, каким образом расчислять эквиваленты при переходе от одной энергии к другой. Опыт не мог бы его опровергнуть, так как всякий излишек энергии или недостаток ее мог быть отнесен за счет неизвестной формы энергии или же энергии среды, например, эфира. Но такой закон был бы вполне бесполезен и пуст, так как действительный эмпирический закон сохранения энергии формулируется так: $\sum S = 0$ (Макс Планк), т.-е. при замкнутом круговом процессе выигрыш энергии равен нулю. Если это не верно — принцип опровергнут.

Все, что случается, имеет свою причину. Значит ли это, что в мире явлений наблюдается некоторое постоянство, единообразие, неизменная повторяемость явлений?.. Отнюдь нет: это были бы только эмпирические принципы, а чистый принцип будет справедлив, как бы ни происходили явления. Априорный принцип причинности сводится к утверждению, что всякое явление, которое следует за другим, следует необходимо — утверждение, которое, конечно, не может быть проверено, но вполне пусто и применимо к явлениям так же мало, как и к вещам в себе. Приблизительно то же самое можно утверждать и об остальных принципах чистого естествознания, например, об инерции, равенстве действия и противодействия и проч.

Здесь я хочу показать на одном примере, как мало можно доверять априорным принципам, хотя бы представляющимся очевидными и необходимыми, если они не могут быть проверены опытом. Существует принцип, который всеми охотно принимается и считается чуть ли не основной научной истиной, — это принцип детерминизма. Априорный метафизический детерминизм родственен априорному закону причинности и сводится к утверждению: все, что случается, случается необходимо. В такой форме принцип детерминизма, конечно, не подлежит опытной проверке, так как, что бы ни случилось, всегда можно

сказать, не боясь опровержения — вот это именно и было необходимо! Но зато подобный принцип абсолютно бессодержателен. Принцип детерминизма может быть выражен еще иначе: все, что случается, предопределено заранее случиться именно таким, а не иным образом. В последней формулировке принцип детерминизма, несмотря на бессодержательность и кажущуюся невозможность проверки, тем не менее совершенно ложен.

Априорному метафизическому детерминизму должен быть противопоставлен естественно-научный детерминизм, основанный на наблюдениях правильности и законообразной связи всех явлений в природе; естественно-научный детерминизм, таким образом, сам является законом природы. Естествознание не может признать таинственных, фатальных сил, предопределяющих все, что может случиться. Всякое изменение определяется силами самой природы, действующими сообразно законам. Естественно-научный детерминизм может быть выражен так: во всякой замкнутой системе возможные изменения совершенно определяются наличными внутренними силами.

Таким образом, абсолютно детерминированной может быть только замкнутая система, т.-е. система вполне изолированная от каких бы то ни было внешних влияний. В незамкнутой же системе внутренние силы причинности не могут определить всех событий; следовательно, такая система должна рассматриваться, как индетерминированная. Система может быть расширена так, что внешние, возмущающие влияния войдут в нее и будут внутренними силами расширенной системы; но и расширенная система будет, в свою очередь, подвергаться внешним влияниям и, следовательно, все же останется индетерминированной. Но мы не знаем абсолютно изолированной системы во вселенной и не знаем возможны ли они. Такою системою могла бы быть вся вселенная в целом, но вселенная бесконечна, а мы не знаем, может ли бесконечная величина рассматриваться как целостная. Замкнутая, абсолютно детерминированная система является, таким образом, только абстракцией, точно такой же, как, например, идеальный газ или абсолютно твердое тело; из этого следует ложность абсолютного метафизического принципа детерминизма.

Хотя, конечно, существуют системы весьма близко подходящие к идеальной замкнутой системе.

Таким образом, на примере детерминизма мы лишний раз убеждаемся в том, что кажущаяся очевидность несколько не гарантирует истинности принципа.

В современной литературе существуют попытки представить наиболее общие законы естествознания в виде условных соглашений (см., напр., Пуанкаре: «Наука и Гипотеза»). Но такие принципы, как закон сохранения материи, закон сохранения энергии, принцип инерции и проч., рассматриваемые как условные соглашения, обнаруживают поразительное сходство с Кантовыми априорными принципами чистого естествознания. Поэтому все, что было сказано о последних, применимо и к условным соглашениям в физике; условные соглашения на опыте не могут быть ни подтверждены, ни опровергнуты, но именно поэтому они пусты и бесполезны. В главе III было показано, что научное знание не может быть выведено из условных соглашений.

6. ОБЩЕЗНАЧИМОСТЬ ОПЫТА

Кант понимал необходимость и всеобщность суждений, относящихся к объектам, также в смысле их общезначимости, т.-е. необходимой обязательности для всех людей. Если, например, какое-либо причинное суждение истинно для меня, то оно истинно также и для всякого человека. Но эта общезначимость объективных суждений и всех законов природы является задачей, которая должна быть разрешена во всякой системе философии. Кант решает указанную задачу посредством того же самого трансцендентального синтеза. Схема решения такова: функция трансцендентального синтеза относит материал ощущений к чистому сознанию; но чистое сознание не есть индивидуальное сознание, так как последнее эмпирично: чистое сознание одинаково для всех людей, и, следовательно, всякую связь в объекте все люди производят вполне одинаковым всеобщим и необходимым образом.

С нашей же точки зрения, никакая субъективная функция не может решить задачи общезначимости законов природы и всех истинных суждений. Только существование вещей в себе или материи, определяющей состояния сознания всех живых существ, делает возможной и необходимой эту всеобщую связь восприятий и общезначимость законов природы.

Материалистическое решение указанной задачи — простое и естественное и в то же время единственное, которое может быть признано удовлетворительным. Если мы допустим существование материи одной и той же для всех живых существ, тогда все объясняется так просто и даже банально, — и все становится трудным и необъяснимым, если мы эту идею отвергнем.

Всякий идеалистический философ должен заново решать проблему общезначимости законов природы для того, чтобы его решение, в свою очередь, было признано неудовлетворительным.

Что же заставляет философов-идеалистов отвергать простое и ясное материалистическое решение задачи и трудиться над построением иных, несуществующих решений?

Причиной этого является опять-таки не что иное, как априоризм, связанный с догматической логикой; существует принцип, представляющийся а priori вполне очевидным, который формулируется так: без субъекта нет объекта. Мы можем представить, как существующее для себя, только психическое бытие, только мысль или чувство. Если объект не мыслит и не чувствует, если он никогда не имел и не будет иметь сознания, следовательно, он в себе и для себя вовсе не существует и существовать для него — значит только быть представленным; следовательно, он существует только в нашем представлении; он есть объект для субъекта и независимо от субъекта он ничто. Вот, следовательно, в чем заключается основная посылка всякого идеализма.

Как же мы должны отнестись к указанному принципу?.. Точно так же, конечно, как и ко всякому а priori очевидному суждению, а именно: мы должны подвергнуть его сомнению.

Нам даются в опыте только различные состояния сознания: мысли, чувства, восприятия, представления; кроме состояний сознания, мы ничего не представляем и представлять не можем. Следовательно, мы не можем представить никакого бытия в себе, которое бы не было состоянием сознания. Но отсюда вовсе не следует, что такое бытие невозможно, что оно не существует; из немыслимости чего-либо вовсе не следует выводить невозможности существования.

Опыт вынуждает нас допустить некоторое не-психическое бытие, независимое от какого бы то ни было сознания и в то же

время определяющее последнее. Без такого допущения невозможно разобраться в фактах опыта; даже те, которые отвергают указанное допущение в теории, следуют ему на практике. Все происходит так, как если бы вещи существовали, — вот факт, которого никто не сможет отрицать!.. Допущение существования материи объясняет общезначимость законов природы; оно объясняет все факты, находимые в опыте, следствия этого суждения многочисленны, и все они подтверждаются в опыте; следовательно, указанное допущение является одним из наиболее достоверных допущений.

Итак, перед нами выбор: допустить ли требуемое опытом не-психическое бытие, противоречащее априорному принципу, или же следовать последнему?.. Здесь как раз мы имеем случай, когда требования опыта и априорные суждения противоречат друг другу. Логика естествознания должна поэтому отбросить последние и принять существование материи.

7. ПОЗНАНИЕ ВЕЩЕЙ

Теперь необходимо определить ближе характер нашего познания вещей. Мы познаем вещи посредством научных теорий, во всякой теории следует различать материю и форму. Материей всякой теории является тот психический материал наглядных представлений, который положен в основу теории, например: представление атомов, упругой, колеблющейся среды и т. п. Материю, о которой идет речь, т.-е. основной материал представлений, не следует, конечно, смешивать с материей, как вещь в себе. Формой теории можно назвать совокупность отношений между основными представлениями. Основной психический материал, после многих попыток и исправлений, принимает наконец в опыте такую форму, при помощи которой возможно предсказание фактов; эта форма зависит уже не от разума, но определяется природой вещей и является, следовательно, отражением вещей в нашем сознании. Основной материал все же остается априорным психическим материалом, который должен представлять, тем не менее, отношения вещей в себе, т.-е. существование, независящее ни от какого познания; представление и его предмет имеют, таким образом, совершенно различную природу. Однако, отсюда вовсе не следует,

что мы познаем вещи не такими, каковы они своей сущности, так как все существенные отношения вещей могут быть отражены в нашем сознании. Материал теорий, взятый сам по себе, не дает никакого знания о вещах. Так, если мы скажем: теплота есть не вещество, но род движения, этим мы мало что сами по себе выскажем о вещах, так как представление вещества и представление движения односторонни. Мы имеем право выразиться лишь таким образом: представление теплоты, как движения, более способно воспринять отпечаток вещей, нежели представление теплорода.

Физика издавна имеет целый арсенал материалов, посредством которых она стремится приспособиться к вещам и как бы запечатлеть их в своих теориях. Все теории строятся из небольшого сравнительно числа основных представлений, различным образом видоизменяемых и комбинируемых: мельчайшие частицы, сталкивающиеся друг с другом или же колеблющиеся около положений равновесия, — а в новейших теориях описывающие орбиты вокруг центрального ядра; более или менее устойчивые агрегаты частиц:—упругие невесомые жидкости, наполняющие пространство, находящиеся в состоянии напряжения; упругие колебания, вихри и т. п. Новое время прибавило силовую трубку (Фарадея), оказавшуюся столь же плодотворной, как и придуманный греками атом. Некоторые материалы из этого арсенала забракованы, как неспособные в достаточной мере приспособиться к вещам и воспринять их отпечаток. Другие, после многократных переработок, приняли весьма уточненную форму и вполне удовлетворительно отображают вещи.

Часто указывают на постоянную смену физических теорий, видя в этом доказательство невозможности объективного познания; однако, так можно аргументировать только в том случае, если рассматривать спор физических теорий, как борьбу абсолютной истины с абсолютной ложью, что совершенно недопустимо. Если же принять во внимание указанный характер познания, то подобный скептицизм теряет под собою почву. Мы можем, согласно Людвигу Фейербаху, рассматривать познание как диалектический процесс, примиряющий в себе субъективный и объективный моменты. Для метафизиков всякого рода существуют только две возможности: или мы познаем самую сущность вещей в себе, или мы

имеем дело только с субъективными представлениями. В действительности же как раз имеет место нечто третье: приспособление к вещам посредством психических построений. Поэтому естественно-научный диалектик или диалектический материалист смотрит на смену естественно-научных теорий как на процесс, в котором менее совершенный отпечаток вещей в сознании заменяется более совершенным, не придавая решающего значения выбору основного материала наглядных представлений (Фр. Энгельс «Людвиг Фейербах», см., напр., стр. 59 русск. пер., Москва, изд. 1918 г.).

Впрочем, самое указание на постоянную смену естественно-научных теорий следует принимать *cum grano salis*; впечатление постоянной смены теорий получается потому, что рассматривают преимущественно новые теории, относящиеся к областям, в которых еще нет ничего твердо установленного. Но существует значительно большее число теорий другого рода, вошедших во всеобщее сознание, и именно поэтому не обращающих на себя внимание. В пример можно привести хотя бы солнечную систему, достаточно изученную астрономами. Исследования будущего времени и здесь могут открыть новые горизонты, но все это может только дополнить, но не отменить прежние представления.

Отдельно взятая форма, точно так же, как и отдельно взятая материя научных теорий, не может дать познания о вещах. Математическая часть всякой теории может быть рассматриваема как такая абстрагированная форма.

Математическая теория значительно устойчивее тех или иных конкретных гипотез; часто бывает при смене теорий, что система уравнений из прежней теории целиком переходит в новую. Поэтому некоторые авторы не придают никакого значения наглядным представлениям или моделям и считают, что задача физики сводится целиком к установлению некоторой математически выраженной системы соотношений. Но при этом забывают, что в физических теориях всякое соотношение, хотя бы выраженное в математической форме, есть соотношение между наглядными представлениями. В самом деле, математическая формула не выражает непосредственно соотношения между вещами — на такое утверждение мы не имеем права; математическая формула не выражает таюже соотношения между ощу-

щениями — это было показано в статье 4 настоящей главы; она не может быть сведена и на отношения между абстрактными понятиями, так как всякая формула в физике должна иметь применение к конкретной действительности. При установлении всякой зависимости, а также при проверке или практическом применении ее можно непосредственно убедиться в том, что всякая физическая зависимость есть зависимость между конкретными представлениями.

Но одна и та же система уравнений может удовлетворять различным системам представлений или различным моделям, а также может быть вовсе абстрагирована от последних. Поэтому для исследователя, преследующего сравнительно узкую задачу разработки некоторых математических теорий, могут быть вполне безразличны те или иные образы, соотношения которых выражает математическая теория. Но это не может быть безразличным, если рассматривается процесс познания в его целом. Наглядные представления являются необходимым посредником между математической теорией и вещами. Без помощи материала представлений математическая теория не может быть ни построена, ни применена к действительности. Знание о вещах может дать лишь физическая теория, взятая в целом.

8. ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ]

Наше исследование окончено. Мы исходили из сомнения во всем (см. I, I) и пришли к тому, что именно физика (а не метафизика) познает вещи в себе. В продолжение всего исследования, я имел перед собою представление экспериментирующего естествоиспытателя, который является реалистом, как физик, и материалистом, как физиолог; и я повсюду стремился не делать ничего другого, как только описывать, комментировать и обосновывать его метод. Естествоиспытатели фактически давно уже отказались от традиционной схоластической логики, и изложенная мною индуктивная логика представляет только описание того пути, по которому движется естествознание. То же самое можно сказать об изгнании всех априорных суждений, не зависящих от опыта, и о признании конечных следствий всякой теории, в качестве критерия истины.

Естествознание реалистично. Что бы ни говорили философы, естествоиспытатель исследует реальные объекты; реальность природы — необходимейшая предпосылка естествоиспытателя, от которой он никогда не откажется. Я же только стремился показать, что эта предпосылка естествознания вполне правомерна.

Из двух направлений, борющихся в естествознании, позитивизма и материализма — первый оказался непригодным для обоснования естествознания, и мы вынуждены были остановиться на втором. Рассмотренная нами активность познавательного процесса облегчает проведение материализма: приспособляясь к вещам, интеллект строит целый мир представлений; с точки зрения материализма, вся совокупность представлений субъекта, весь представляемый им мир есть не что иное, как мозговой феномен.

Вопреки идеалистической философии, в таком утверждении нельзя усмотреть логического круга. В самом деле, из наших предпосылок вытекает, что мозг существует не только как представление нервной ткани в ряду других представлений, но также как вещь в себе, независимая от каких бы то ни было форм представления и определяющая состояние сознания.

Самая мысль рассматривать познание как биологически-необходимое приспособление к среде также принадлежит естествознанию. Индивид, как субъект-объект, приспособляется к окружающим, независимым от него объектам, — такова основная идея естественно-научного мировоззрения.
