

В. С. Степин, А. Н. Елсуков

МЕТОДЫ
НАУЧНОГО
ПОЗНАНИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА»

В. С. Степин, А. Н. Елсуков

**МЕТОДЫ
НАУЧНОГО
ПОЗНАНИЯ**

**Издательство «Вышэйшая школа»
Минск 1974**

Авторы разделов

В. С. СТЕПИН. § 1, гл. I, гл. II
А. Н. ЕЛСУКОВ. § 7, гл. VI

Остальные разделы книги написаны авторами совместно
Рецензент канд. философ. наук, доц. Л. Г. Кравченко

Вячеслав Семенович СТЕПИН
Альберт Николаевич ЕЛСУКОВ

МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

Редактор И. А. Чернов. Младший редактор Л. А. Ерки-
вич. Худож. редактор В. Н. Валентович. Техн. редактор
М. Н. Кислякова. Корректор Е. В. Сукач.

АТ 11564. Сдано в набор 30/1-1974. Подписано к печати 31/V 1974 г.
Бумага 84X108^{1/32}. Типогр. № 1. Печ. л. 4,75(7,98). Уч. изд. л. 8,39.
Тип. зак. 188. Тираж 4000 экз. Цена 45 коп.
Издательство «Высшая школа» Государственного комитета Со-
вета Министров БССР по делам издательства, полиграфии и книж-
ной торговли. Редакция общественно-политической литературы.
220600. Минск, ул. Кирова, 24. Типография издательства БГУ им.
В. И. Ленина. Минск, ул. Кирова, 24.

Степин В. С., Елсуков А. Н.

С 80 Методы научного познания. Минск, «Высшая школа», 1974.

152 с.

Настоящая работа представляет собой учебно-вспомогательное по-
собие по теме «Методы и формы научного познания» в курсе диалек-
тического материализма. Показана методологическая роль философских
знаний в процессе научного открытия. Предпринята попытка более
четкой классификации частных приемов исследования. Книга рассчита-
на на преподавателей, аспирантов, студентов, на всех, кто интересу-
ется методологическими проблемами современной науки.

С 0321 — 079
М304(05)—74—1974

© Издательство «Высшая школа», 1974.

Введение

В современную эпоху ведущее место в познании окружающей действительности принадлежит научному исследованию. Длительное время человечество не знало науки. Она сформировалась на сравнительно поздних этапах развития цивилизации, хотя зачатки научного познания могут быть прослежены уже в рабовладельческую эпоху.

С развитием общества качественно изменяется и сама наука. Она превращается в могучее орудие преобразования мира, в непосредственную производительную силу общества. Значительно возрастает количество открытий, резко увеличивается число научных работников и объем информации, год от года растут суммы ассигнований на науку, все большее количество открытий внедряется в производство, причем сроки внедрения максимально сокращаются¹.

Дифференциация и интеграция научного познания приводит к образованию новых научных дисциплин. Уже в наше время сформировались биофизика, биохимия, физическая химия, радиоастрономия и др. В связи с этими процессами особое значение приобретают проблема разделения труда между учеными и проблема коммуникаций между ними².

Кроме того, развитие науки сопряжено с изменением возрастного состава людей, занятых в этой сфере человеческой деятельности. Раннее созревание ученых и боль-

¹ Общая численность ученых в мире за последние 50 лет увеличилась в 20 раз и составляет ныне примерно 12 млн. чел. (за 50 лет Советской власти число научных работников в нашей стране увеличилось в 70 раз). В 1665 г. вышел первый в мире научный журнал, в 1750 г. их было 10, в 1800—100, в 1850—1000, а в 1965 году уже 100 000. Затраты на науку за последние 50 лет возросли в 30 раз.

² Известно, что язык некоторых разделов математики, математической логики, теоретических разделов физики стал настолько специфичным, что это затрудняет обмен информацией между учеными.

шой приток в науку молодых специалистов приводят к снижению среднего возраста ученых. Этот процесс можно было бы назвать «омоложением» науки.

Ускоренный рост науки представляет объективную тенденцию. Однако, если до недавнего времени эта тенденция пробивала себе дорогу стихийно, то сейчас во все большей степени обнаруживается необходимость сознательного регулирования этого процесса. Вот почему особое значение в наше время приобретает науковедение — такая область научного познания, которая изучает развитие самой науки. Ее задача состоит не только в том, чтобы описывать имеющийся эмпирический материал, но и выявлять закономерности развития науки с тем, чтобы можно было предсказывать общие тенденции научного прогресса, стимулировать дальнейший рост науки.

Науковедение включает в себя, наряду с конкретными исследованиями по организации и управлению наукой, внедрению научных знаний в производство, также и общетеоретические вопросы философского характера.

В этой области можно выделить два основных аспекта: во-первых, изучение социальных функций науки и социальных последствий ее развития, во-вторых, изучение логической закономерности формирования и развертывания научного знания. Первая часть науковедения оформилась в философии в виде так называемой социологии науки, вторая — в виде логики и методологии научного познания.

Вопросы методологии в настоящее время приобретают особо важное значение. Современный исследователь не может успешно двигаться к научному открытию без знания общегносеологических закономерностей, без сознательного использования тех научных методов и приемов, которые выработала научная мысль.

Марксистская философия уделяет большое внимание разработке методологических основ научного познания, в ней воссоздается на историческом материале картина научных открытий, рассматриваются общие принципы построения теорий, выявляется специфика разных уровней научного исследования, выясняются логическая природа и гносеологические функции отдельных познавательных операций. В последние годы появилось большое количество работ, в которых анализируются эти вопросы. Их можно подразделить на два направления: исследования общеметодологического характера и исследования, в

которых предпринимаются попытки рассмотреть методологические проблемы в их преломлении к запросам физики, химии, биологии и других конкретных наук. Значительную роль в исследованиях общеметодологических и логических оснований науки сыграли работы П. В. Копнина, Б. М. Кедрова, Д. П. Горского, А. А. Зиновьева, В. А. Смирнова, А. Л. Субботина, В. А. Лекторского, В. С. Швырева, Б. С. Грязнова, М. К. Мамардашвили, М. В. Мостепаненко, В. А. Штоффа, А. И. Умова и др.

Второе направление широко разрабатывается не только философами, но и крупными советскими учеными-естествоиспытателями. Здесь важную роль сыграли работы В. А. Амбарцумяна, П. К. Анохина, Н. П. Дубинина, А. Н. Колмогорова, Н. Н. Семенова, В. А. Фока, В. А. Энгельгарда, М. Э. Омеляновского, Б. С. Украинцева, И. Т. Фролова, Л. Б. Баженова, Ю. В. Сачкова, П. С. Дышлевого, Э. М. Чудинова, Д. И. Дубровского, Б. Я. Пахомова, И. Б. Новика, Л. Г. Антипенко, И. С. Алексеева, Р. С. Карпинской, В. В. Казютинского, Б. Н. Ласточкина, Е. А. Мамчур и многих других исследователей.

Этот богатый материал не нашел еще достаточного отражения в учебной литературе. Предлагаемая читателю книга представляет попытку восполнить этот пробел при систематическом изложении основных методов исследования в виде учебно-вспомогательного пособия по соответствующим разделам курса диалектического материализма. При написании книги авторы использовали материалы, появившиеся за последние годы в отечественной и зарубежной литературе, а также опирались на некоторые собственные ранее опубликованные работы.

1. Общая характеристика научного метода

§ 1. Специфика научного исследования

Научное познание представляет собой исторически развивающийся процесс достижения достоверных знаний о мире, истинность которых проверяется и доказывается человеческой практикой.

Отражение наукой законов объективной реальности является основой для прогнозирования будущих способов практического освоения природы.

Объекты реального мира отражаются не только в научном, но и в обыденном, стихийно-эмпирическом познании, которое также должно давать предвидение будущих результатов практической деятельности. Такое предвидение необходимо для любого процесса труда. К. Маркс указывал, что для осуществления деятельности необходимо, чтобы человек заранее имел представление, хотя бы в общих чертах, о ее результатах, продукте, который должен быть получен в процессе труда. «...Самый плохой архитектор от наилучшей пчелы с самого начала отличается тем, что, прежде чем строить ячейку из воска, он уже построил ее в своей голове. В конце процесса труда получается результат, который уже в начале этого процесса имелся в представлении человека, т. е. идеально»¹.

Любой акт практической деятельности предполагает познание человеком объектов реального мира и предвидение возможных результатов их изменения в практике. Именно из этих потребностей вырастает обыденное, а затем и научное познание. Каждое из них изучает объекты реального мира, их свойства и отношения. Каждое показывает, как могут изменяться данные объекты в некоторых условиях, тем самым позволяя предвидеть возможные результаты практической деятельности. Но между обыденным и научным познанием все-таки существуют определенные различия. В чем же они заключаются?

Имеется ряд признаков, по которым различают повседневную, стихийно-эмпирическую познавательную дея-

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, с. 189.

тельность и научное исследование². Например, науке необходимы специально подготовленные люди (ученые, специализирующиеся в определенной области исследования), особые средства познания (приборы, экспериментальные установки, математические методы и т. д.), которые предназначены специально для решения научных проблем.

Все эти характеристики выступают как отличительные признаки науки. Но они являются вторичными признаками, которые вытекают из главной особенности научного познания. Эта главная особенность заключается в следующем. В отличие от обыденного познания, которое изучает предметы, только непосредственно вплетенные в практику человека и преобразуемые в сегодняшних видах практического действия, наука ориентирована на изучение таких фрагментов реальности, которые могут встретиться и в практике далекого будущего. Изучение указанных объектов в науке происходит задолго до их массового практического освоения.

Например, существование электромагнитных волн, способность атомного ядра расщепляться, выделяя энергию, излучение атомов при переходе электронов с одного энергетического уровня на другой и т. д.— все эти объекты и их характеристики были вначале изучены наукой, и только затем, через несколько десятилетий, освоены в производстве (появилась радиоаппаратура, телевизоры, атомные реакторы и электростанции, лазерные установки). Иначе говоря, наука выходит за рамки обыденного опыта и наличной производственной деятельности, исследуя не только те объекты, с которыми человек сталкивается в повседневной жизни, но и те, которые лишь в далеком будущем способны практически освоить человечество.

Чтобы выделить и изучить такие объекты, недостаточно обыденной практики. Нужно особым образом познавать мир и ставить такие задачи, которые еще не возникали в повседневной деятельности.

Научное исследование как раз и выполняет эту роль. Исторически оно начинается с изучения вещей, их свойств и отношений, выделенных самой практикой. Эти вещи, свойства и отношения она фиксирует в виде особых образов — идеальных объектов, с которыми затем начинает оперировать как со специфическими предметами, заме-

² См.: И. Г. Герасимов. Научное исследование. М., 1972, с. 52—55.

щающими объекты реального мира. Изучая такие предметы, наука сталкивается с особыми задачами, решая которые, она шаг за шагом втягивает в орбиту своего исследования все новые фрагменты реальной действительности.

Так, математика начинает с операций над натуральными числами и геометрическими фигурами. Вначале число воспринимается как образ реальной совокупности предметов, а геометрическая фигура — как схематическое пространственное изображение некоторого реального объекта (например, земельного участка). Но затем числа и геометрические фигуры начинают рассматриваться как особые предметы, свойства которых подлежат изучению. С этого момента и начинается собственно математическое исследование. Оперируя числами и геометрическими фигурами, оно строит новые идеальные объекты на основе уже изученных.

Например, вычитая из одного (меньшего) натурального числа другое (большее), можно получить особый класс математических объектов — отрицательные числа. Применяя к ним операцию извлечения корня, обнаруживают новый класс объектов — мнимые числа. Аналогичным путем, изучая свойства геометрических фигур, выделяют в качестве элементов, из которых они построены, такие идеальные объекты, как точка, прямая, угол и т. д. Исследуя их отношения, математика выявляет и изучает различные типы пространств.

Таким путем, порождая одни идеальные объекты на основе других, математика познает все новые аспекты количественно- и пространственно-подобных отношений вещей реального мира. Она открывает структуры действительности, которые лишь впоследствии обнаруживаются в физической реальности. Так, через сравнительно большой промежуток времени после создания теории бесконечномерного гильбертова пространства выяснилось, что эта структура, открытая математикой, позволяет физике описать квантово-механические процессы. Точно так же открытые Лобачевским, Больями и Риманом неевклидовы пространства получили физический смысл после создания Эйнштейном общей теории относительности.

Подобным образом развертывают свои исследования и другие науки. Они строят, опираясь на реальную практическую деятельность, первичные идеальные объекты, отображающие определенные стороны и связи вещей и

явлений объективного мира, а затем на базе полученных абстракций создают новые идеальные объекты, системы которых получают свое обоснование в качестве отображения новых, ранее не изученных фрагментов и сторон реальности. В математике такое обоснование новых абстракций происходит за счет их последовательного отображения на систему ранее созданных идеальных объектов, корнями уходящих в реальную практику. В физике, химии, биологии и других эмпирических науках для этой цели служат наблюдения и эксперименты. Они образуют особую форму практической деятельности, которая обслуживает научное исследование и позволяет сопоставлять полученные им результаты с самой природой, в условиях, когда познание опережает существующую производственную деятельность человека и обыденный опыт.

Конечно, это не означает, что наука отрывается от запросов и потребностей производства, что развитую науку движет чисто познавательный интерес и внутренние проблемы, возникающие в ходе самого научного исследования.

Наиболее значительные направления научных исследований чаще всего возникали как раз под воздействием запросов производства, что характерно как для древней, так и для современной науки. Например, геометрия родилась из потребностей измерения площадей земельных участков; астрономия — из необходимости создания точного календаря, имеющего важное значение для земледелия и мореплавания; термодинамика была вызвана к жизни запросами промышленности, когда последняя приступила к использованию силы пара; теория эволюции Дарвина в своих истоках опиралась на опыт выращивания новых пород растений и животных; кибернетика выросла из потребностей изучения сложных автоматов и т. д.

Эти примеры можно было бы продолжить. Важно только помнить, что, возникнув из потребностей производства, наука затем совершает своего рода свободный пробег, обладая определенной степенью относительной самостоятельности. Она ставит свои познавательные задачи, решая которые, открывает еще не освоенные в производстве типы объектов природы. Часть научных достижений реализуется затем в сфере техники, технологии и организации производства, ускоряя его развитие и способствуя революции в производительных силах общества. Частич-

но же достижения науки обслуживают ее собственные внутренние потребности, давая толчок новому развитию научных знаний, опережающих наличную практику.

В этом опережении наукой сегодняшних способов производственного изменения объектов, способности ее к дальним и точным прогнозам заключается главная особенность научного исследования. Отсюда вытекают и другие его характеристики. Открывая новые типы объектов и их свойств, неизвестных и чаще всего весьма далеких от привычных вещей повседневного опыта, наука вырабатывает особую, специальную систему понятий, отражающих данные объекты. Эти понятия составляют содержание научных терминов и высказываний, выступают как элементы специфического для науки языка, отличного от языка обыденной жизни.

Для описания изучаемых наукой объектов обыденный язык оказывается недостаточным. Во-первых, он приспособлен для характеристики объектов, непосредственно вплетенных в наличную практику человека (а наука выходит за ее рамки); во-вторых, понятия обыденного языка нечетки и многозначны, их точный смысл чаще всего обнаруживается лишь в контексте языкового общения, контролируемого повседневным опытом. Наука же не может положиться на такой контроль, поскольку она преимущественно имеет дело с объектами, не освоенными в обыденной практической деятельности. Чтобы описать изучаемые явления, она стремится как можно более четко фиксировать свои понятия и определения, чтобы не привносить в них расплывчатого повседневного смысла. Термины науки заимствуются вначале из обыденного языка, но затем они приобретают иное значение, часто совсем противоположное первоначальному. Например, «атом» в переводе с древнегреческого означает «неделимый», но современная физика говорит о делимости атома как об очевидном факте.

Специальный язык, пригодный для описания изучаемых наукой объектов, часто необычных с точки зрения здравого смысла, является необходимым условием научного исследования. Язык науки постоянно развивается по мере ее проникновения во все новые области материального мира. Причем он оказывает обратное воздействие на повседневную речь. Например, слова «электричество», «холодильник» когда-то были специфическими научными терминами, а сейчас прочно вошли в быт; тер-

мины «электрон», «атом», «реактивный двигатель» и т. д. давно стали привычными словами повседневности.

Наряду с искусственным, специализированным языком научное исследование нуждается в особой системе специальных орудий, которые, непосредственно воздействуя на изучаемый объект, позволяют выявить возможные его состояния в контролируемых субъектом условиях. И это опять-таки обусловлено стремлением науки познать объекты, которые еще не встречались в повседневной практике человека. Обычные орудия, применяемые в производстве и в быту, как правило, не пригодны для этой цели, потому что объекты, изучаемые наукой, и объекты, преобразуемые в производстве и повседневной практике, чаще всего отличаются по своему характеру. Отсюда необходимость специальной научной аппаратуры, которая позволяет науке экспериментально изучать новые типы объектов.

Конструирование такой аппаратуры определено как уровнем развития науки, так и самого производства. Понятно, что создание современных ускорителей элементарных частиц невозможно было бы, допустим, 70 лет назад, поскольку тогдашний уровень физики еще не давал принципов работы таких устройств. Но если бы такие принципы и стали известны, то все равно уровень развития производства не позволил бы их реализовать технически.

Научная аппаратура и язык науки выступают как выражение уже добытых знаний. Но подобно тому, как в практике продукты труда превращаются в средства труда, так и в научном исследовании его продукты (научные знания), выраженные в языке или овеществленные в приборах, становятся средством дальнейшего познания.

Таким образом, ориентация науки на изучение все новых типов объектов и предвидение возможных форм их будущего практического потребления приводит к уже отмеченной выше особенности научного исследования — появлению специально вырабатываемых средств познавательной деятельности, отличных от средств обыденного познания. А там, где существуют особые средства, нужна специальная подготовка исследователя, способного их применять. Так возникает следующая, уже упомянутая особенность науки — наличие ученых специалистов, проводящих исследования, и появление соответствующих учреждений, которые обеспечивают подготовку специалистов.

Наконец, из главной характеристики научного познания можно вывести еще одну его особенность — необходимость осознания и фиксации методов научной деятельности, позволяющих включать объект в сферу исследования и описывать его языком науки. В обыденном познании выделение и фиксация объектов происходят на базе наличной практики и приемы, которыми объект выделяется из окружающей среды и становится предметом познания, не обязательно осознаются, поскольку они вплетены в обыденный, повседневный опыт и контролируются им. Мы, например, знаем предметы повседневного быта: ложку, нож, стол, стул, знаем их свойства, выявленные в ходе реальных практических действий с этими предметами; но нам трудно перечислить приемы, в ходе которых указанные свойства были обнаружены. В повседневной жизни осознание таких приемов, как правило, не требуется.

Иное дело в научном исследовании. Здесь уже само обнаружение объекта, свойства которого подлежат дальнейшему изучению, составляет весьма трудоемкую задачу.

Например, чтобы обнаружить короткоживущие частицы — резонансы, современная физика ставит эксперименты по рассеиванию пучков частиц и затем применяет сложные расчеты. Обычные частицы оставляют следы-треки в фотоэмульсиях или в камере Вильсона, резонансы же таких треков не оставляют. Они живут очень короткое время ($\sim 10^{-22}$ сек) и за этот промежуток проходят расстояния, меньшие размеров атома. В силу этого резонанс не может вызвать ионизацию молекул фотоэмульсии или газа в камере Вильсона и оставить наблюдаемый след. Однако когда резонанс распадается, то возникающие при этом частицы способны оставлять следы указанного типа. На фотографии они выглядят как набор лучей-черточек, исходящих из одного центра. По характеру этих лучей, применяя математические расчеты, физик определяет наличие резонанса.

Таким образом, для того, чтобы иметь дело с одним и тем же сортом резонансов, исследователю необходимо знать условия, в которых он появляется. Он обязан четко определить приемы, с помощью которых в эксперименте будет обнаружена необходимая ему частица. Без этих приемов он вообще не выделит изучаемого объекта из многочисленных связей и отношений предметов природы.

Чтобы зафиксировать объект, ученый должен знать методы такой фиксации. Чем дальше наука отходит от привычных вещей повседневного опыта, углубляясь в исследование «необычных» объектов, тем яснее и отчетливее проявляется необходимость в осознании методов, посредством которых наука выявляет и изучает свои объекты.

Что же такое научный метод? Каковы его наиболее общие характеристики?

§ 2. Понятие научного метода. Метод и теория

Всякая деятельность человека предполагает определенные пути и способы достижения поставленных целей. Для этого используются соответствующие приемы, посредством которых решаются теоретические и практические задачи. Система таких приемов образует метод деятельности.

Какую бы сферу человеческой деятельности мы не взяли, везде имеются свои методы. Таковыми являются, например, методы обработки почвы, металлов (термические, механические, электрические и т. д.), окраски тканей, дубления кож и др. Имеются свои методы в художественной практике, в воспитательной и педагогической работе. Наконец, говорят о методах научного познания.

Научный метод — это система регулятивных принципов и приемов, с помощью которых достигается объективное познание действительности.

Успех научного творчества во многом определяется правильностью выбранного пути, точностью самого метода исследования. Использование надежных методов способствует более быстрому достижению положительных результатов. Известный русский физиолог И. П. Павлов постоянно отмечал, что «метод держит в руках судьбу исследования»³. «От метода, от способа действия зависит вся серьезность исследования. Все дело в хорошем методе. При хорошем методе и не очень талантливый человек может сделать много. А при плохом методе и гениальный человек будет работать впустую и не получит ценных точных данных»⁴.

Что же определяет правильность научного метода?

³ И. П. Павлов. Лекции по физиологии. М., 1952, с. 18.

⁴ Там же, с. 16.

Опыт развития науки показывает, что метод исследования оказывается плодотворным тогда, когда он адекватен характеру исследуемого объекта и соответствует определенной стадии его изучения. Здесь можно было бы привести сравнение метода познания с методами практической деятельности. Так, при обработке определенного вида изделий применяются только те приемы, которые соответствуют специфике обрабатываемого материала. Кувшин, например, может быть изготовлен из глины, мрамора или бронзы, которые допускают лишь строго определенные приемы обработки. Кроме того, большое значение имеет и последовательность операций, соответствующая основным этапам обработки предмета. Вот почему хорошие приемы обработки одного материала могут оказаться непригодными для обработки другого, правильные методы работы на одном этапе оказываются неприемлемыми на другом.

Нечто подобное имеет место и в научном исследовании. Методы, успешные при изучении одних объектов, могут привести к неправильным результатам при их формальном переносе на исследование других объектов (достаточно вспомнить в этой связи абсолютизацию методов механики), или же методы, успешные на одной стадии исследования (например, при обработке данных наблюдений) не приводят к желаемым результатам на другой стадии (скажем, при построении теории).

Примером того, как несоответствие метода объекту исследования приводит к неправильным выводам, может служить изучение домарксовыми экономистами процесса капиталистического производства. Они выделяли, не заботясь о порядке абстрагирования, отдельные экономические связи, стремясь постичь таким путем сущность капиталистического производства. Такой способ изучения связей с успехом применялся в механике, где можно было после выведения уравнений движения материальной точки изучить, например, вначале законы вращательного движения, а затем законы колебания, но можно было и поменять порядок исследования, выводы все равно были бы одними и теми же. Такое безразличие в порядке изучения механических законов обусловлено природой механического движения. Здесь наложение связей друг на друга не меняет их характера.

Совсем иначе обстоит дело в процессе экономического развития, где связи генетически возникают одна из

другой и каждая вновь возникшая связь изменяет предыдущую. Законы простого товарного производства видоизменяются на стадии развитого капиталистического производства. Поэтому порядок отвлечения и исследования экономических связей строго определен. Нельзя понять законы получения прибыли в сфере обращения, не изучив предварительно, как возникает прибыль в сфере производства.

Неправильное представление домарксовыми экономистами основных особенностей объекта исследования привело к тому, что они, зафиксировав лишь отдельные стороны капиталистической экономики, не смогли раскрыть взаимосвязь этих сторон и выявить законы капиталистического производства. Эту работу сумел проделать только К. Маркс, применивший в «Капитале» принципиально новый метод, который полностью соответствовал характеру исследуемого объекта и шаг за шагом раскрывал его основные свойства и закономерности. Оценивая значение метода в познании, К. Маркс отмечал, что «не только результаты исследования, но и ведущий к нему путь должен быть истинным»⁵.

Поскольку плодотворность научного метода определяется тем, насколько он соответствует характеру объекта, постольку исследователь должен иметь предварительное знание об объекте, на основе которого он будет выработать приемы исследования и их систему. Это значит, что правильный научный метод, будучи необходимой предпосылкой истинного знания, сам вытекает и определяется уже имеющимся знанием об объекте. Такое знание должно содержать существенные характеристики объекта, а поэтому оно носит характер теоретического знания. Тем самым между теорией и методом устанавливается тесная взаимосвязь.

Здесь, правда, может возникнуть определенное затруднение, суть которого состоит в том, что для выработки правильного метода мы должны получить истинную картину объекта, раскрыть объективные законы его развития и функционирования, но все это возможно лишь при условии, когда выработаны надежные методы познания. Возникает как бы замкнутый круг: для построения теории нужен правильный метод, а он в свою очередь возникает как результат правильной теории. Однако это про-

⁵ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. I, с. 7.

теоретические снимается, как только мы будем рассматривать науку в процессе ее исторического развития. В этом процессе постоянно происходит превращение результатов исследования в средство познания, т. е. превращение теории в метод. История науки дает множество свидетельств такого рода превращений.

Так, например, законы сохранения в физике, периодический закон в химии, эволюционные идеи в биологии и т. д. после их разработки превратились в мощное средство открытия новых явлений и законов. Например, в атомной физике открытие нейтрино, идея виртуальных частиц и ряд других важнейших достижений были обязаны применению законов сохранения к анализу экспериментальных данных. Несоблюдение закона сохранения энергии при объяснении этих данных с позиций ранее сложившихся представлений об объектах микромира требовало изменения таких представлений, что приводило к открытию новых видов элементарных частиц и их состояний.

Переход теории в метод можно обнаружить не только тогда, когда мы имеем дело с законами и принципами большой степени общности, но и в более частных случаях. Например, рассматривая законы гидродинамики, нетрудно установить, что, с одной стороны, они выступают как вывод, полученный на основе применения общих законов механики к изучению жидкостей, а с другой, могут быть использованы в качестве руководства в инженерных изысканиях, т. е. выполнять функцию метода при расчете, скажем, оптимального сечения труб при прохождении по ним тех или иных жидкостей и т. д.

Теоретические законы всегда имеют две стороны. Во-первых, они являются отражением закономерных связей объективного мира и в этом смысле выступают как знание об объекте. Во-вторых, служат своеобразными рецептами для решения определенного класса задач и в этом смысле являются методом исследования. Так, например, законы Ньютона, будучи отражением закономерностей механического движения, вместе с тем дают метод решения теоретических задач механики: они позволяют либо по заданным силам и начальному состоянию тел находить их конечное состояние, либо, если известно, как изменяется состояние движения тела, находить силу, вызвавшую это изменение.

Теория всегда строится для предсказания конкретных фактов, а поэтому ее законы и принципы играют роль ме-

тодологических ориентиров, обеспечивающих отыскание этих фактов. Такое исследование, однако, не является простым делом. Приложение общих теоретических законов к конкретной ситуации представляет особую познавательную задачу, решение которой требует творческих усилий и предполагает выработку специфических приемов исследования.

Теоретические законы дают знание существенных сторон объекта, детали которого должны быть изучены в приложениях этих законов. В этом смысле законы можно рассматривать как метод получения знаний о частном случае, но при этом нужно помнить, что они всегда обрамляются системой конкретных приемов, обеспечивающих их применение к данному случаю. Только вместе с этими приемами они образуют метод исследования.

Так, например, чтобы применить основные законы классической электродинамики к описанию излучения некоторой совокупности заряженных тел, образующих систему конечных размеров, исследователю нужно в первую очередь знать приемы теоретического решения данной задачи. Овладение классической электродинамикой предполагает, что, кроме уравнений Максвелла — Лоренца, изучающий теорию уясняет способы решения целого ряда теоретических задач с помощью указанных уравнений. Он, например, учится отыскивать поля при заданных по форме и положению проводниках и непроводниках, содержащих некоторый заряд; рассчитывать поперечные силы, действующие на движущиеся и покоящиеся заряженные тела; рассчитывать периодические поля в однородной среде и т. д. К числу таких задач принадлежит и проблема расчета излучения системы конечных размеров при заданной плотности зарядов и токов внутри некоторой области, занимаемой системой. Способы расчета, связанные приложением основных уравнений электродинамики к данному случаю, и образуют метод решения указанной теоретической задачи.

Допустим, однако, что приложение общих теоретических законов к конкретной ситуации не ограничивается только соответствующими теоретическими расчетами того или иного конкретного процесса, но предполагает также и экспериментальную проверку этих расчетов. В таком случае исследователь сталкивается с новой задачей, которая требует особых методов решения. Ему необходимо выбрать (или создать) соответствующую научную аппаратуру, выработать план эксперимента, знать способы обработки результатов эксперимента и т. п. Теоретические знания об объектах, изучаемых в эксперименте, будут целенаправлять всю эту деятельность, но их одних недостаточно для ее осуществления. Сами по себе они не дают еще метода решения конкретной экспериментальной задачи, а выступают лишь как основа для его выработки.

Выработка методов всегда представляет сложный процесс, который целенаправляется и регулируется предварительными представлениями об изучаемом объекте.

Такие представления являются объективным основанием метода. Они переосмысливаются в правила и приемы деятельности, применяя которые, познание раскрывает все новые стороны и детали строения и поведения изучаемого объекта.

Знания, которые вырабатываются в более общих научных теориях, служат основанием для развития методов более конкретных научных дисциплин. В зависимости от характера решенных в науке задач и степени общности вырабатываемых законов научные исследования разделяют на фундаментальные и прикладные.

В фундаментальных исследованиях создаются теории, оказывающие непосредственное влияние на научную картину мира, которая развивается и уточняется по мере эволюции науки. В них открывают глубинные законы действительности, общие для очень обширного класса явлений. Примерами такого рода теорий могут служить: в физике — ньютоновская механика, классическая электродинамика, квантовая механика и специальная теория относительности; в биологии — теория эволюции Дарвина и современная генетика; в физиологии и психологии — теория условных рефлексов И. П. Павлова и т. п.

Фундаментальные теории целенаправляют исследования в прикладных научных дисциплинах, которые ставят своей задачей отыскать пути практического использования законов, открытых в фундаментальных исследованиях (реализовать их в виде новых технических устройств, технологий, источников энергии, материалов и т. д.). По отношению к теоретическому естествознанию прикладными дисциплинами являются, например, инженерно-технические науки (сопротивление материалов, электротехника, теплоэнергетика и т. д.).

Законы фундаментальных теорий применяются в прикладных науках в качестве методологических рекомендаций, они позволяют развивать прикладные науки, их методы и знания.

Что же касается преобразования в фундаментальных науках, то для этого в свою очередь необходимы особые методы, приводящие к открытию основных принципов и законов этих наук. Исследователь, вырабатывая такие методы, обязан опять-таки иметь в своем распоряжении определенные знания об изучаемой области действительности. Откуда же он берет такие знания? Как показывает опыт развития науки, в периоды перестройки принципов

фундаментальных научных теорий знания такого рода черпаются в сфере философии. Они представляют собой научные обобщения философского характера и используются в качестве методологических рекомендаций, целенаправляющих процесс научного поиска. Рассмотрим, в чем же конкретно выражается методологическое воздействие философии на специальные науки.

2. Материалистическая диалектика — методологическая основа научного познания

§ 1. Методологические функции философских знаний в процессе научного открытия¹

В истории науки можно выделить два периодически повторяющихся этапа: этап разработки уже сформировавшихся фундаментальных теорий и этап их революционной ломки.

На первом этапе наука идет как бы вширь, развивая приложения уже сложившихся теорий, и не меняет основные методы исследования процессов природы. Она заботится прежде всего о том, чтобы изучить все объекты того типа системной организации, основные законы которых уже выявлены в рамках ее фундаментальных теорий. Поскольку на этом этапе наука не втягивает в сферу своего познания объекты принципиально иного типа системной сложности, чем ранее изученные, в ней утверждается картина мира, где всей природе приписываются структурные особенности объектов, познанных на данном этапе развития науки. Способы же познания этих объектов тогда расцениваются как универсальные принципы научного исследования. Примеры такой универсализации знаний и методов легко можно обнаружить, обратившись к истории науки. Так, после создания ньютоновской механики и под влиянием ее практических успехов в науке XVII—XVIII вв. сложилась механическая картина мира. Она рассматривала природу в качестве простой системы, элементы которой (материальные корпускулы) взаимодействуют посредством мгновенной передачи сил и меняют состояние своего движения в соответствии с принципами лапласовского детерминизма.

Представление об объектах природы как простых механических системах привело в свою очередь к канон-

¹ Методологическая роль философии будет рассматриваться главным образом на материале естественных наук.

низации методов механики. Они стали рассматриваться в качестве универсальных приемов познания, позволяющих изучить любой природный объект.

Подобная ситуация наблюдается во все те периоды, когда наука развивается экстенсивно, разворачивает «вширь» свои фундаментальные теоретические идеи. Так, например, создание в физике конца XIX в. теории электромагнетизма, описывающей более сложные взаимодействия, чем механические процессы, привело к утверждению электродинамических концепций природы, которые сменили механическую картину мира. С этого момента начинается период экстенсивного развития физики на базе новых представлений. Считается возможным описать все объекты природы как системы положительно и отрицательно заряженных частиц, взаимодействующих через электромагнитное поле в соответствии с принципом близкодействия.

В этот период истории физики уже не методы механики, а методы и теоретические принципы электродинамики начинают расцениваться как главные и основные приемы физического исследования. Характерно, например, что в конце XIX в. Г. Герц предпринимает попытку перестроить механику на основе принципа близкодействия с тем, чтобы синтезировать ее с электродинамикой.

Таким образом, в эпоху «спокойного» развития, когда наука занята прежде всего освоением уже найденных структур природы, происходит своеобразная канонизация основных характеристик этих структур и методов их познания. Такая канонизация имеет определенное оправдание.

Во-первых, наука заботится в этот период прежде всего о том, чтобы дать методы решения практических задач. А это требует рассматривать полученные знания как абсолютно адекватные объекту, ибо по ним как по норме должна строиться практическая деятельность.

Во-вторых, на каждом этапе развития познания и практики, как правило, не известны заранее границы применимости фундаментальных теоретических знаний, что позволяет считать их приложимыми к гораздо более широкому кругу явлений, чем тот, который может быть в действительности ими охвачен. С этим связана и универсализация методов исследования. Пока наука оперирует с объектами, хотя и различными, но имеющими общие принципы структурной организации и функционирования,

выросшие на этой почве методы могут с успехом применяться в самых различных областях науки. Это создает впечатление, что данные методы универсальны и выражают абсолютно точно и до конца природу самого познавательного процесса. Более того, чтобы пользоваться уже найденными способами познания при исследовании объектов, аналогичных ранее изученным, в какой-то степени даже полезно считать эти методы абсолютными. Так всегда поступает естествознание в эпоху совершенствования и приложения к практике своих фундаментальных теорий.

Но затем начинается особый период развития науки, когда познание и практика втягивают в орбиту научного исследования принципиально новые объекты и связи действительности. Тогда появляются факты, которые просто не находят объяснения в рамках прежних теорий, а затем разрушают их, вызывая логические противоречия в сложившихся теоретических системах, когда они пытаются ассимилировать данные факты. На этом этапе наука вступает в полосу революционных переворотов, связанных с ломкой ранее сложившихся теорий. Экстенсивное развитие теории сменяется интенсивным. Но здесь и возникает критическая ситуация. Чтобы построить теорию, отражающую новые связи действительности, нужно под новым углом зрения посмотреть на полученные эмпирические данные и прежний теоретический материал. Для этого требуется разрушить ранее сложившиеся представления об «устройстве» природы. Однако, как показывает история науки, эти представления сопротивляются перестройке и ограничивают сферу своего действия только тогда, когда созданы новые теории, объясняющие вновь открытые факты и предсказывающие неизвестные явления. Получается драматическая ситуация: построить новую теорию, ломающую традиционные представления, можно, только разрушив старую картину мира, а она разрушается лишь после построения новой теории.

Выход из этой ситуации достигается за счет обращения ученого к сфере философских исследований. Само несоответствие вновь открытых фактов прежним теоретическим представлениям в том случае, если они были основой картины мира, неизбежно ставит вопрос об отношении наших знаний к действительности (основной вопрос философии). Если ранее картина мира отождествлялась

с действительностью, то теперь становится очевидным ее рассогласование с объективным миром.

Вместе с тем становится ясной и ограниченность прежних методов исследования. Так, внутри конкретных отраслей знания возникают проблемы соответствия метода объекту, различия между областью, уже исследованной естественнонаучными теориями, и «остальной» действительностью и т. п. Все это означает, что собственно теоретические задачи естествознания переводятся в сферу философской проблематики. Обращаясь к философским исследованиям, естествоиспытатель ищет методологические принципы, которые могли бы подсказать приемы изменения старых норм построения науки. Какой же характер должны иметь эти принципы?

Очевидно, что они должны быть знаниями о том, каковы общие тенденции развития научных представлений и методов в соответствии с закономерностями исследуемых в них объектов. Но в таком случае это будут принципы материализма и диалектики, поскольку именно в них отражаются наиболее общие законы развития объективного мира и человеческого мышления. Только тогда, когда они осваиваются естествознанием, оно получает метод перестройки прежних норм построения своих теорий.

Принципы диалектики и материализма могут быть подчерпнуты естествоиспытателями из философии в готовой форме. Но они могут быть выработаны ими и самостоятельно, если естествоиспытателям по тем или иным причинам неизвестны философские направления, содержащие в себе в готовом виде перспективные методологические идеи. Однако в обоих случаях эти идеи должны стать достоянием науки. Опираясь на них, она перестраивает прежние методы исследования и приходит к фундаментальным положениям принципиально новых теорий.

Проиллюстрируем сказанное на конкретных примерах истории науки. Для этой цели рассмотрим три этапа исторического развития физики: 1) становление классической механики, 2) развитие представлений о делимости атома, 3) развитие квантово-механических идей. Начало каждого из этих этапов образует революцию в естествознании и знаменует возникновение принципиально новой картины физической реальности. Поэтому именно здесь с наибольшей ясностью проявляется методологическая роль философских принципов при поиске новых естественнонаучных идей и представлений.

Переход от донаучной стадии развития механики к строго научной был во многом связан с работами Галилея. В эту эпоху наука приступила к изучению особых объектов — механических систем, которые нужно было исследовать экспериментально, и на этой основе построить теорию механического движения.

Однако приемы исследования, распространенные в это время, не позволили решить указанную задачу. Дедуктивные методы построения знания, развитые в античный период, были догматизированы в эпоху средневековья и рассматривались как единственный прием мышления, приводящий к истине. В средневековой схоластике господствовало представление, что истины можно достичь только путем умозрительных рассуждений, без обращения к «греховной» природе. На этой основе схоластика привнесла в качестве обязательных норм познания множество спекулятивных идей.

Одной из таких спекуляций было укоренившееся представление о принципиальном различии земных и небесных движений. Считалось, что земные тела могут двигаться по любым траекториям, в то время как небесные, принадлежащие-де к особой «божественной сфере», должны двигаться по идеальным, замкнутым кругам. Эта догма, возникшая еще в рамках древних представлений о мире и канонизированная в средневековой схоластике, была серьезнейшим препятствием на пути к созданию теории механического движения.

Галилей был одним из первых мыслителей, который разрушил догматические идеи старого стиля мышления и выработал продуктивную методологию новой эпохи научных исследований. Опираясь на принцип независимости природы от умозрительных построений субъекта (принцип материализма), он рассматривает наблюдение и эксперимент как основной метод исследования. Опираясь далее на принцип объективного описания природы в научном знании (основное требование материалистической теории познания), Галилей вводит в качестве основного приема теоретического исследования мысленный эксперимент, который обеспечивает построение схем теоретического объяснения под контролем реального опыта. По текстам галилеевских «Диалогов» нетрудно установить, что он требовал от мысленного эксперимента воспроизведения существенных черт той реальной экспериментальной деятельности, в рамках которой изучался

объект, описываемый в теории. Уже здесь четко обнаруживается связь методологии исследований с научными философскими идеями, которые были противопоставлены схоластике. Затем был сделан решающий шаг, приведший к построению механики как науки. Он состоял в отказе от схоластического разделения законов «небесной и земной сфер».

Галилей выдвинул «сумасшедшую» для своего времени идею, предложив выяснить законы механического движения путем исследования машин и механизмов, применяемых в технике, а затем перенести найденные здесь принципы механики на область «небесных движений». В этой идее был выражен метод, который приводил к построению теории механического движения. Характерно, что под знаком этой действительно революционной идеи проходили все исследования «доньютоновского» периода механики и работа самого Ньютона.

Но откуда мог Галилей почерпнуть эту мысль? Ведь строгое доказательство общности законов небесной и земной механики было дано позднее, когда эта идея была подтверждена всем ходом развития механики.

Решающую роль в формировании рассматриваемой идеи сыграли выработанные Галилеем научные философские принципы. Обобщая материал наблюдений и опираясь на учение Коперника, Галилей вырабатывает в первом приближении принцип материального единства мира. Он обосновывает его, ссылаясь прежде всего на эксперименты и наблюдения. В частности, Галилей указывает, что при наблюдении в телескоп видны кратеры на лунной поверхности, что доказывает сходство Луны с Землей (схоластическая философия считала, что Луна должна быть идеально гладкой, поскольку это тело «небесной сферы»). Он указывает также, что анализ состава метеоритов обнаружил сходство «небесных камней» с земными.

Далее Галилей обосновывает принцип единства мира, опираясь на теоретические знания своего времени. Он подчеркивает, что методы геометрии одинаково хорошо работают как при описании движения земных, так и небесных тел, что обосновывает общность этих движений. Но особенно большое значение в этом плане сыграло открытие Коперника, которое Галилей расценивает как решающее доказательство в пользу того, что Земля и движение ее тел не занимают никакого привилегирован-

ного положения в природе. Сама Земля в гелиоцентрической системе Коперника превращается из центра мира в обычную планету, такую же, как и другие небесные тела. Вследствие этого становится бессмысленным какое-либо противопоставление Земли и других планет солнечной системы.

Обосновав идею единства природы, общность законов земной и небесной механики, Галилей на основе этих положений выводит метод теоретического исследования: законы механического движения должны быть выявлены в работе инженерных устройств и машин, а затем сопоставлены с наблюдениями за движениями небесных тел.

Так, правильные философские обобщения, сами по себе не порождая непосредственно конкретных идей и методов механики, указывали магистральные пути к их разработке.

Рассмотрим еще один пример, иллюстрирующий методологические функции философских знаний в процессе становления научной теории.

Известно, что современные представления об атоме и в целом вся атомная физика ведут свою родословную от теории радиоактивного распада. В 1896 г. Беккерель установил, что кусок урана испускает лучи, которые засвечивают фотопластинку, обернутую в защитную бумагу. Исследование этого свойства привело к выводу, что уран самопроизвольно выделяет какую-то энергию неизвестной природы.

Шесть лет существовал в физике этот факт, и шесть лет он не находил своего теоретического объяснения. Для этого необходимо было предположить, что атом может быть разрушим и делим, в связи с чем из недр атома может выделяться заключенная в нем энергия. Но сама идея делимости атома в физике утвердилась только после создания теории радиоактивного распада. Возникает уже знакомый нам **логический круг**.

Этот круг был разорван научными обобщениями философского характера. Создатель теории радиоактивного распада Э. Резерфорд еще за пять лет до открытия радиоактивности разработал идею, согласно которой объекты природы должны рассматриваться как продукты развития². Принцип развития он распространял не

² Б. Кедров. Философия как общая наука в ее отношении к частным наукам. В кн.: Философия и наука. М., 1972, с. 411—412.

только на объекты живой природы, но и на неживую материю. Но если с этих позиций подойти к представлениям об атоме, то его следует рассматривать не как изначально данный объект, а как возникший и развившийся из других объектов. Отсюда в свою очередь вытекала гипотеза о структурности атома, ибо объект, развившийся из других, должен включать в себя их части и некоторые связи в качестве своих составляющих. Так, философский анализ привел к плодотворной гипотезе о структурной сложности, а значит, и делимости атома. В соответствии с этой гипотезой, Резерфорд анализирует новые явления и создает теорию радиоактивности как спонтанного распада атомов и превращения химических элементов.

Таким образом, научные философские принципы играют роль методологических ориентиров, которые помогают разрабатывать фундаментальные идеи в период построения новых научных теорий. Эту функцию философии можно проиллюстрировать и на примере многих фундаментальных теорий современной науки.

Так, обращаясь к истории квантовой механики можно установить, что в период формирования понятийного аппарата ее создатели и прежде всего Н. Бор и В. Гейзенберг опирались на ряд идей и принципов общепhilosophического характера. В частности, чрезвычайно важную роль в построении новой теории сыграло уяснение того факта, что отражение объекта не является пассивно-созерцательной деятельностью, а предполагает активное теоретическое и практическое преобразование мира. Подчеркивая эту фундаментальную особенность познания, В. Гейзенберг писал, что мы всегда познаем природу «в той форме, в какой она выявляется благодаря нашему способу постановки вопросов»³.

Поэтому для уяснения глубинных законов и характеристик природы нужно учитывать специфику как средств познания, так и методов познавательной деятельности, которые позволяют ставить «вопросы» природе и получать от нее соответствующие «ответы».

Приступая к решению задач атомной физики, Н. Бор и В. Гейзенберг учли то обстоятельство, что наши сведения о свойствах объекта всегда зависят от знания внешних условий, в которых он исследуется. Такие условия, контролируемые исследователем, в физике создают

³ В. Гейзенберг. Физика и философия. М., 1963, с. 36.

ся благодаря приборам, которые служат средствами воздействия на изучаемый объект и благодаря взаимодействию с которыми он выявляет свои характеристики.

Дальнейший анализ специфики познания атомной области привел к выводу об особом статусе приборов по отношению к изучаемым объектам микромира.

Дело в том, что получить информацию о микрообъектах исследователь может, только используя макроприборы, которые принадлежат к иному «слою» физической реальности, чем сами микрообъекты, и описываются на языке классической физики. В этой связи возникает необходимость учесть характер и особый статус макроприбора не только в эмпирическом описании, но и в теоретическом объяснении квантовых явлений. Как подчеркивали впоследствии сами создатели квантовой механики, указанные методологические идеи помогли им выработать фундаментальные принципы и понятия новой теории⁴. В частности, они позволили уяснить принципиальную важность применения языка классической механики (необходимого для описания макроусловий, в которых находится микрообъект) для характеристики самого микрообъекта; развить идею дополнительности, которая, в ее рациональном понимании, была одним из важных звеньев интерпретации математического аппарата квантовой механики и т. д. и т. п.

Отыскивая продуктивные методологические принципы, обеспечивающие решение теоретических задач атомной физики, Н. Бор и В. Гейзенберг не знали, что во многом повторяли уже сделанную в философии работу. Эти принципы можно было получить как следствие из более общего подхода, сформулированного в философии диалектического материализма задолго до построения квантовой механики. Еще в тезисах о Фейербахе (1845) К. Маркс показал, что объект познания всегда дан познающему субъекту не в форме созерцания, а в форме практики. Развивая эти положения, В. И. Ленин подчеркивал, что объект раскрывает свои свойства, связи и отношения только благодаря включению в общественную практику и поэтому «человеческая практика должна войти в полное «определение» предмета»⁵.

Если рассмотреть с этих позиций методологические принципы, обеспечившие развитие квантовой механики,

⁴ В. Гейзенберг. Физика и философия, с. 23—24, 32—36.

⁵ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 42, с. 290.

то они предстанут в качестве следствия развитой в диалектическом материализме концепции объекта познания. И хотя в полемике с созерцательным, метафизическим материализмом Бор и Гейзенберг не всегда точно формулировали указанные принципы, последние объективно имели материалистический и диалектический характер⁶.

Итак, три различных факта, относящихся к различным этапам истории физики, показывают, что философские обобщения выступают в функции метода построения новых научных теорий.

Логика развития науки такова, что в период преобразования фундаментальных теоретических представлений и связанной с этим ломки ранее сложившейся картины мира естествоиспытатель всегда опирается на принципы материализма и диалектики как на методологические регуляторы творческого поиска.

Описанный процесс методологического воздействия философии на естествознание можно расчленить на несколько стадий, среди которых главными являются: 1) разработка идей диалектики и материализма в соответствии с достигнутым уровнем науки; 2) получение на основе этих идей конкретных методологических рекомендаций; 3) использование таких рекомендаций для выработки исходных гипотез, способных затем развертываться в новую научную теорию.

В разобранных нами случаях все три стадии были пройдены самими естествоиспытателями. Однако по мере развития науки такой путь становится все менее продуктивным. Здесь решающую роль начинают играть два фактора: ускорение темпов перестройки научного знания и усложнение характера научных исследований.

Убыстряющиеся темпы развития науки, вызванные потребностями современного производства, приводят к тому, что в ней все чаще перестраиваются не только

⁶ Это, конечно, не значит, что Н. Бор и В. Гейзенберг были сторонниками диалектического материализма. Речь идет о стихийно найденных ими методологических принципах, которые возникли под влиянием потребностей естествознания и были созвучны диалектико-материалистическим идеям. Однако указанные принципы не всегда получали у создателей квантовой механики правильное общеполитическое обоснование. Последнее особенно характерно для Гейзенберга, который при решении теоретико-познавательных проблем часто склонялся к позиции идеалистической философии. (Критический анализ философских взглядов Гейзенберга см., например, в кн.: М. Э. Омельяновский. Диалектика в современной физике. М., 1973).

прикладные, но и самые фундаментальные теоретические знания. В связи с этим революционные перевороты в науке становятся привычными явлениями. Но поскольку в каждый такой период необходимо применение принципов материализма и диалектики, то возникает потребность в ускоренной разработке этих принципов в соответствии с каждым новым этапом развития науки. В то же время стихийный поиск научных философских идей самими естествоиспытателями не обеспечивает решения данной задачи в силу ряда причин.

Во-первых, не всякий ученый оказывается способным проделать вначале философскую часть исследования, а затем перейти к решению специальных естественнонаучных задач. Оба эти типа деятельности имеют особые методы и требуют особых знаний. Поэтому соединить их в одном процессе творческого поиска по плечу только выдающимся естествоиспытателям.

Во-вторых, в исследовательской работе, связанной с самостоятельным поиском философских средств, весьма велика вероятность неправильного выбора ученым исходного материала, который предстоит переработать в научные философские принципы. Возможны случаи, когда первоначальная философская ориентация просто-напросто не позволяет получить продуктивные методологические идеи.

В-третьих, даже имея в своем распоряжении удовлетворительный философский материал для дальнейших обобщений, естествоиспытатель перерабатывает его в научные общеметодологические принципы, чаще всего используя метод проб и ошибок. Выдвинув тот или иной общеметодологический принцип, он обычно испытывает его продуктивность непосредственно в своей теоретической работе. Проверка этого принципа срастается здесь с процессом построения теории, и поэтому любая методологическая неточность может длительное время вести исследователя по неверному пути. В таком случае, лишь натолкнувшись на парадоксальные ситуации, он меняет исходную методологическую программу: возвращается к первоначальному философскому материалу, пересматривает его, вносит соответствующие коррективы в методологию исследований и заново приступает к построению теории.

Таким образом, стихийный поиск естествоиспытателями философских средств накладывает ряд ограниче-

ний на темпы формирования научной теории. Но если в прежние эпохи наука еще удовлетворялась замедленными темпами переработки своих методов, то в настоящее время в связи с частыми революциями в естествознании требуется ускоренная разработка и использование в конкретно-научном исследовании принципов материализма и диалектики.

Противоречие между запросами науки и стихийным поиском философских средств еще более обостряется в связи с усложнением современных научных исследований. В настоящее время предметом науки становятся все более сложные объекты, теоретическое освоение которых требует ускоренной переработки огромного количества информации. Поэтому в развитых областях естествознания построение научных теорий становится делом уже не отдельных ученых, а групп исследователей, которые выступают в роли своеобразного коллективного субъекта познания.

Так, операции по построению теории в период формирования классической электродинамики осуществил один Максвелл, при создании же квантовой механики они были выполнены большим коллективом физиков (Н. Бор, В. Гейзенберг, Э. Шредингер, П. Дирак, В. Паули, Л. де Бройль и др.). Каждый из этих ученых прорабатывал лишь некоторые из логически необходимых стадий построения научной теории, а все вместе они выступили в роли «коллективного» исследователя, построившего квантовую механику.

Это усложнение теоретической работы и вызванное им разделение научного труда касается не только естественнонаучных, но и философских исследований. Сейчас, чтобы развить содержание принципов материализма и диалектики в соответствии с современным уровнем науки, исследователю приходится иметь дело со все большим количеством материала возрастающей сложности. Причем этот материал формируется в самых различных отраслях науки, что требует умения ориентироваться в их достижениях и правильно отбирать соответствующие факты для философских обобщений. В результате философский анализ, направленный на выявление методов познания, становится не менее сложным, чем сам процесс построения специальной теории с помощью этих методов. И здесь также необходимы комплексные исследования, осуществляемые коллективом

специалистов. Самому же естествоиспытателю становится все труднее самостоятельно выявить и развить до уровня современных требований научные философские принципы.

Таким образом, тенденции естественнонаучного прогресса приводят к своеобразному разрыву между запросами науки и возможностями стихийного поиска перспективных философских идей. Этот разрыв может быть ликвидирован только за счет появления в науке особого слоя исследований, где должны планомерно разрабатываться принципы диалектики и материализма в соответствии с каждым новым шагом развития естествознания. Эти принципы затем должны транслироваться в сферу естественных наук в виде соответствующих общеметодологических рекомендаций.

Такого рода исследования представлены в науке философией диалектического материализма.

§2. Специфика взаимодействия диалектического материализма и естественных наук

Философия и до возникновения диалектического материализма была связана с конкретно-научными исследованиями. В домарксистской философии существовало множество направлений и школ, которые так или иначе опирались на достижения конкретных наук и стремились дать им общие методологические ориентиры. Поэтому речь идет не о том, что диалектический материализм в отличие от других философских течений связан с достижениями науки и дает ей методологические рекомендации, а о принципиально новом типе этой связи.

До возникновения диалектического материализма философские системы создавались как раз и навсегда законченное знание. В них схематично и в самой общей форме изображалась структура объектов, изучаемых на определенном историческом этапе развития познания, а также общие черты методов их исследования. Это знание считалось картиной наиболее общих связей мира в целом и общих законов мышления, постигающего мир.

В определенном смысле философские системы представляли собой своеобразный застывший слепок развития науки и практики некоторого исторического периода, спроецированный на бесконечное будущее. И хотя каждая из этих систем предполагала, что является об-

ладателем абсолютно точного знания о структуре мира, на деле она могла охарактеризовать с большей или меньшей степенью правдоподобия лишь структуру некоторых фрагментов реальности, которые может освоить наука и практика на определенном историческом этапе своего развития. Это не значит, конечно, что философия всегда описывала только такие фрагменты реальности, которые изучались в науке и осваивались в практике ее эпохи. Напротив, наиболее значительные философские системы часто предугадывали общие черты организации и взаимодействия объектов природы, которые естествознание начинало изучать через несколько десятилетий и даже столетий

Философия вырабатывала предварительные представления о структуре таких объектов и развивала соответственно этому свой понятийный аппарат — сетку категорий, в которых мышление постигает мир.

Примером такого опережения философией конкретных наук могут служить представления об атомистическом строении вещества, которые первоначально возникли в древней философии (Демокрит, Эпикур, Лукреций), а затем развивались внутри различных философских школ до тех пор, пока естествознание и техника не достигли такого уровня, который позволил превратить предсказание философского характера в конкретно-научный факт.

Аналогичным образом в сфере философского познания были разработаны представления о саморазвивающихся объектах задолго до того, как они стали предметом естественнонаучного исследования. Именно в философии первоначально возникла идея их существования и были развиты принципы историзма, требующие подходить к объекту с учетом его предшествующего развития и способности к дальнейшей эволюции. Естествознание же приступило к исследованию объектов, учитывая их эволюцию, только в XIX столетии.

С внешней стороны они изучались в этот период зарождающейся палеонтологией, геологией и биологическими науками. Теоретическое же исследование, направленное на изучение законов исторически развивающегося объекта, пожалуй, впервые было дано в учении Ч. Дарвина о происхождении видов. Показательно, что в философских исследованиях к этому времени уже был развит категориальный аппарат, необходимый для теорети-

ческого осмысления саморазвивающихся объектов. Наиболее весомый вклад в разработку этого аппарата в домарксовской философии был внесен Гегелем.

Гегель не имел в своем распоряжении достаточного естественнонаучного материала для разработки общих схем развития. Но он выбрал в качестве исходного объекта анализа историю человеческого мышления, реализовавшуюся в таких формах культуры, как философия, искусство, правовая идеология, нравственность и т. д. Рассматривая культуру как исторически развивающийся процесс, Гегель, по выражению Ленина, «гениально угадал диалектику вещей... в диалектике понятий...»⁷

Но даже опережая конкретные науки своего времени, философия всегда вынуждена была обращаться к ним за материалом для своих обобщений. Поэтому картины мира и мышления, развиваемые в философских системах, так или иначе были связаны с уровнем развития науки и практики *своей* эпохи. Прогнозы на будущее ссоединялись в них с элементами обыденных представлений, почерпнутых из существующей практики, и общими положениями фундаментальных наук, игравших доминирующую роль в познании данного исторического периода.

Возьмем, например, картину бытия, которая была развита в философии античных атомистов, в частности у Демокрита. Она предполагала, что все вещи и процессы мира являются результатом взаимодействия атомов — простейших и неделимых элементов материи, которые движутся в пустоте, соединяясь между собой и образуя таким путем наблюдаемые предметы и их состояния. Гениальная догадка об атомарном строении вещества была наиболее ценным элементом в этой картине. Но чтобы согласовать ее с наблюдаемыми явлениями, античные атомисты вынуждены были «обрастить» указанную идею целым рядом деталей и подробностей, которые они черпали из познания и практики *своей* эпохи.

В этот исторический период цивилизация осваивала в производстве фрагменты природы, в основном устроенные по принципу составного предмета. Это — предмет, который складывается из простых предметов, так что характер их пространственного сочленения определяет свойства и функционирование всего сложного целого. Примерами таких объектов могут служить корабль, по-

⁷ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, с. 178.

возка, архитектурные постройки, ирригационные сооружения древности, такие технические приспособления, как рычаги, перемещающие грузы и т. д. От того, как соединены благодаря соприкосновению части корабля (руль, мачта, корпус, весла и т. д.), какую, например, форму имеет рычаг и перемещаемый им предмет, зависят свойства этих объектов и их движение.

Атомы Демокрита по существу являются прообразами простых предметов, объединяемых в составной. Они могут переходить из одной вещи в другую, сохраняясь как их строительный материал. Само же объединение атомов в вещи Демокрит объясняет тем, что атомы обладают различными характеристиками своей геометрической формы, что определяет их взаимодействие. Каждый атом имеет шероховатую поверхность и сцепляется с другими атомами, причем свойства тел определены этими свойствами формы атомов: воздух образован из «гладких» атомов, плохо сцепляющихся между собой, жидкость — из более шероховатых атомов, а твердые тела — из атомов с крючками и зазубринками, прочно соединяющихся друг с другом. Нетрудно увидеть, что эти представления имеют свои прямые прообразы в практике оперирования с составными предметами, где свойства предмета определены характером сочленения входящих в него частей, а само это сочленение определено прежде всего характером поверхности контактирующих частей.

Аналогичную связь картины бытия, развиваемой философией, с уровнем науки и практики своей эпохи можно проиллюстрировать на многих исторических примерах. Так, нетрудно убедиться, что механический материализм XVII—XVIII вв. строил картину мира как обобщенную схему объектов познания и практики этого исторического периода. Указанные объекты представляли собой уже не составной предмет, а систему предметов, с числом элементов 10^1 — 10^3 и «строго лапласовской» причинной зависимостью между ними. Данные объекты употреблялись в технике рассматриваемого периода (инженерные устройства и машины от эпохи Возрождения до первой промышленной революции) и исследовались в доминирующей науке того времени — механике. Обобщая достижения механики, философские системы материализма XVII—XVIII вв. рассматривали мир по аналогии с простой машиной, где все материальные тела (ато-

мы) взаимодействуют по законам механики, подчиняясь лапласовской причинности.

Ограниченность домарксистских философских систем состояла, конечно, не в том, что, создавая общую картину бытия и мышления, они опирались на достижения науки и практики своего времени, а в том, что они выдавали такую картину за окончательную истину, в соответствии с которой должна строиться наука во все времена.

Последнее неизбежно приводило их к противоречиям с запросами развивающегося естествознания. Даже продуктивные философские идеи, игравшие важную роль в науке определенной эпохи, будучи канонизированными, теряли свое эвристическое значение и даже превращались в препятствие научному прогрессу. Примером тому могут служить хотя бы исторические судьбы концепции механической причинности и неделимости атомов. В свое время эти идеи, развитые в философских системах материализма XVI—XVIII вв., обеспечили успешное развитие науки. Они помогали утвердиться научному стилю мышления в борьбе со средневековой схоластикой и способствовали развитию естествознания XVI—XVIII вв. Однако их абсолютизация в конечном итоге привела к противоречию этих идей с запросами естествознания, особенно в конце XIX— начале XX в., когда наука подошла к открытию делимости атома и исследованию процессов микромира⁸.

Претензии прежней философии на построение всеобъемлющей картины мира, которой должна удовлетворять наука во все времена, порождали стремление объяснить в ее рамках любые явления, в том числе и только открытые наукой и еще не получившие в ней достаточного теоретического обоснования. Философы прошлого особенно охотно «объясняли» такие явления общими принципами бытия, стараясь подтвердить «абсолютную истинность» построенной ими системы, показать, что она способна только подкрепляться новыми открытиями, но не может и не должна изменяться под их влиянием. На этой почве

⁸ Во избежание недоразумений подчеркнем, что в представлениях о механической причинности и неделимости атома было зерно объективной истины. Такие представления вполне подходили для описания механических систем (в частности, атом действительно неделим в рамках тех энергетических процессов, с которыми имеет дело механика). Ограниченность механического материализма состоит не в том, что он развивал указанные идеи, а в том, что он абсолютизировал их.

возникали многочисленные попытки подменить конкрет-но-научный анализ спекулятивными рассуждениями. Так, например, в «Философии природы» Гегеля мы встречаем рассуждения об электрических процессах как «проявлении души». Электричество — пишет Гегель — это «собственный гнев, собственное бушевание тела», «гневная самость», которая «проявляется в каждом теле, когда его раздражают»⁹.

Такого рода «обоснование» изучаемых наукой конкретных явлений соображениями сугубо философского характера получило название натурфилософского объяснения. Натурфилософия навязывала естествознанию умозрительные построения, предлагая их в качестве норматива исследовательской работы, который подлежит подтверждению конкретными фактами. По этому поводу Ф. Энгельс писал, что натурфилософия «заменяла неизвестные еще ей действительные связи явлений идеальными, фантастическими связями и замещала недостающие факты вымыслами, пополая действительные пробелы лишь в воображении. При этом ею были высказаны многие гениальные мысли и предугаданы многие позднейшие открытия, но немало также было наговорено и вздора»¹⁰.

Все это мешало естествоиспытателям освоить продуктивные идеи, заложенные в философских системах прошлого. Примером тому может служить хотя бы тот факт, что многие диалектические идеи Гегеля не были восприняты естествоиспытателями XIX и XX вв. непосредственно из самой гегелевской философии, в чем несомненно сыграла свою роль «натурфилософская шелуха», в которую обрамлялись «рациональные зерна» гегелевской диалектики.

В результате возникала ситуация, когда каждая философская система выдвигала свой набор «вечных» и «незыблемых» методологических предписаний естественным наукам, но практически ни один такой набор рекомендаций целиком и полностью не принимался естествознанием. Методологическое воздействие философии на науку шло по иным каналам. Во-первых, естествознание ориентировалось не столько на целиком взятые философские системы, сколько на их отдельные принципы и идеи, в которых раскрывались некоторые наиболее общие особен-

⁹ Цит. по: К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 435.

¹⁰ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 21, с. 304—305.

ности структуры мира и человеческого мышления. Во-вторых, оно использовало в процессе теоретического поиска отдельные фрагменты категориального аппарата, развиваемого в философских системах.

Естествознание всегда избирательно воспринимало рекомендации, выдаваемые философскими системами прошлого. Оно стремилось выделить и использовать как методологические ориентиры наиболее рациональные элементы философского знания — принципы материализма и диалектики — и отдельные продуктивные предсказания, вытекающие из применения этих принципов к конкретно-научному материалу. Такая деятельность была характерна для выдающихся естествоиспытателей типа Галилея, Ньютона, Ломоносова, Менделеева, Резерфорда, Эйнштейна, Бора и других, которые подходили к философскому исследованию с позиций задач, поставленных естествознанием. Они успешно соединяли работу в специальной области с философскими исследованиями, выделяли и развивали продуктивные философские идеи о структуре мира и мышления, превращая их в методологические рекомендации для науки. Кроме этого, большую методологическую роль по отношению к естествознанию играл развиваемый в философии категориальный аппарат, воздействующий на мышление ученого и целенаправляющий его творчество. На этой стороне методологического влияния философии на естествознание мы остановимся более подробно.

Философские категории играют в познании исключительно важную роль. Они отражают наиболее общие характеристики мира, взятого в отношении к развивающейся человеческой практике. Аккумулируя в предельно обобщенной форме предшествующий познавательный и практический опыт, система философских категорий задает своеобразную логическую сетку, позволяющую мыслить о процессах и явлениях окружающего мира, вовлеченных в орбиту человеческого познания и практики.

По мере того как познание и практика осваивают все более сложные фрагменты мира, изменяется категориальный аппарат мышления. Каждый новый тип системной организации объектов требует своего категориального аппарата, т. е. особой сетки философских категорий, в соответствии с которой затем происходит развитие конкретно-научных понятий, характеризующих конкретные детали строения и поведения некоторого типа объектов,

преобразуемых в деятельности людей. Важно подчеркнуть, что изучение деталей объекта предполагает предварительное существование своеобразной сетки логических форм, образующих «матрицу» содержательного мышления, с помощью которой оно постигает объект как целостную систему некоторых элементов, свойств и признаков. Философия, развивая свои категории, как раз и заготавливает материал для такой предельно обобщенной «матрицы» мышления, в соответствии с которой наука строит свои знания.

Методологическое воздействие на науку системы философских категорий лучше всего можно проследить, обращаясь к истории естествознания и техники. Одной из характерных особенностей этой истории является периодически происходящее в ней изменение системной сложности предметов научного исследования и практического преобразования. Общество в ходе своего развития потребляет в производстве и теоретически осваивает в науке фрагменты природы, разные по степени сложности и системной организации.

Мы уже говорил о том, что в древности это были фрагменты природы, устроенные по принципу составного предмета, а в эпоху Возрождения и первой промышленной революции — простые системы, характеризующиеся жесткой детерминацией своего поведения. Если рассматривать под этим углом зрения последующую историю познания и практики, то можно увидеть, что по мере развития цивилизации естествознание и техника начинают осваивать объекты, организованные как сложные системы с числом элементов 10^4 — 10^7 и массовым, стохастическим взаимодействием между элементами¹¹ (термин «стохастический» характеризует систему, которая изменяет свое состояние в результате случайных воздействий и взаимодействий). Такие системы могут быть устойчивыми только тогда, когда они саморегулируются. В технике образцами таких систем являются заводы-автоматы, системы управления ракетами и космическими кораблями, автоматические телефонные станции, системы обработки больших массивов деловой и политической информации и т. д.

Г. Н. Поваров. To Daidalu pteró (К познанию научно-технического прогресса). В кн.: Системные исследования. М., 1971, с. 161.

Современная научно-техническая революция как раз и знаменует переход от технических устройств, являющихся простыми системами, к технике сложных больших систем. Объекты, устроенные как большие системы, вошли в естествознание вместе с молекулярно-кинетической теорией газов и статической термодинамикой и окончательно утвердились в качестве предмета ее исследования в XX в. в связи с развитием квантовой теории, генетики, современной космогонии¹².

Следует ожидать, что производство со временем перейдет к освоению еще более сложных систем. Это будут системы с числом элементов от 10^7 до 10^{20} , характеризующиеся саморазвитием. По-видимому, в технике такими системами будут комплексы саморазвивающихся автоматов, способных к самостоятельному усложнению под влиянием окружающих условий без постоянного вмешательства человека. Но если техника еще не создала подобных устройств, то естествознание уже приступило к их изучению. В природе примерами таких систем могут служить оплодотворенная яйцеклетка, развивающаяся в сложный организм, виды организмов и т. д.

В отличие от систем, способных только к саморегуляции, указанные объекты способны еще и к саморазвитию, качественным скачкам, которые приводят к усложнениям системы как целого¹³.

Переход к изучению каждого нового типа объектов меняет стиль естественнонаучного мышления, что выражается в первую очередь в изменении сетки категорий, которые ранее лежали в фундаменте науки¹⁴. Так, например, для освоения простых систем было достаточно понять причинность в лапласовском смысле, отождествляя ее с необходимостью; категорию случайности можно было не применять как объективную характеристику, существенно определяющую поведение объектов (поскольку они трактовались по образцу механических систем); не нужно было использовать при описании таких объектов категории возможного и действительного и т. д.

Но как только наука переходит к характеристике больших систем, все эти ограничения должны быть сня-

¹² Г. Н. Поваров. В кн.: Системные исследования, с. 161.

¹³ Там же, с. 164.

¹⁴ Подробнее о понятии стиля естественнонаучного мышления и его эволюции см.: Ю. В. Сачков. Эволюция стиля мышления в естествознании. «Вопросы философии», № 4, 1968.

ты. В ткань естественнонаучного мышления должна войти новая категориальная канва. В ней важную роль начинает играть категория случайности, трактуемая не как нечто внешнее по отношению к необходимости, а как форма ее проявления и ее дополнение.

Предсказание поведения больших систем требует также использования категорий потенциально возможного и действительного, новым содержанием наполняются категории «качество», «вещь», посредством которых мы отличаем одну большую систему от другой. Если, например, в период господства представлений об объектах природы как простых механических системах вещь представлялась в виде неизменного тела, то теперь выясняется недостаточность такой трактовки: требуется рассматривать вещь как своеобразный процесс, воспроизводящий определенные устойчивые состояния и в то же время изменчивый в ряде своих характеристик (большая система может быть понята только как динамический процесс, когда в массе случайных взаимодействий ее элементов воспроизводятся некоторые свойства, характеризующие целостность системы).

Первоначально, когда естествознание только приступило к изучению больших систем, оно пыталось рассмотреть их по образцу уже изученных объектов, т. е. малых систем. Например, в физике долгое время пытались представить твердые тела, жидкости и газы как чисто механическую систему молекул. Но уже с развитием термодинамики выяснилось, что такого представления недостаточно. Постепенно начало формироваться убеждение, что в термодинамических системах случайные процессы являются не чем-то внешним по отношению к системе, а внутренней существенной характеристикой, определяющей ее состояние и поведение. Но особенно ярко проявилась неадекватность подхода к объектам физической реальности только как к малым системам с развитием квантовой физики. Оказалось, что для описания процессов микромира и обнаружения их закономерностей необходим иной, более богатый категориальный аппарат, чем тот, которым пользовалась классическая физика. Категория случайного окончательно превратилась в средство характеристики существенных сторон объекта, новым содержанием наполнилась категория причинности (пришлось отказаться от сведения причинности к лапласовскому детерминизму), понадобилось активно использо-

вать при описании состояний микрообъекта категорию потенциально возможного.

Показательно, что в философии все эти категории были разработаны до того, как естественные науки начали изучать новые типы объектов. Последующее применение этих категорий в конкретных науках привело к обогащению и развитию их содержания.

Развивая свои категории, философия тем самым готовит для естествознания своеобразную предварительную программу его будущего понятийного аппарата. Но поскольку разработка категорий в домарксистской философии была связана со стремлением каждый раз придать им вид законченной, абсолютной системы, постольку содержание категорий канонизировалось в рамках каждой такой системы. Развитие категорий происходило путем гибели одних философских школ и зарождения других, которые вводили новую сетку категорий, часто изменяя их содержание в соответствии с достижениями науки своего времени, с тем, чтобы вновь омертвить их и выдать за абсолютную истину.

В результате каждая система категорий, развитая в рамках той или иной философской школы и предназначенная для характеристики некоторой «окончательной» картины бытия, рано или поздно оказывалась неадекватной науке. Так, например, категориальный аппарат механического материализма XVII—XVIII вв., в содержание которого вошло в основном то, что позволяет мыслить об объектах природы как простых системах, сразу же стал непригодным, как только естествознание начало изучать более сложные объекты, чем механические системы. В философии Лейбница, напротив, были угаданы контуры мира как большой системы. Однако Лейбниц не располагал достаточным естественнонаучным материалом для того, чтобы описать в качестве больших систем материальные объекты. Он создал идеалистическую философию и весь категориальный аппарат привязал к картине бытия, которое было представлено в виде особого взаимодействия духовных сущностей — монад. Соответственно этому применение категорий, развитых в философии Лейбница, к описанию материальных объектов было невозможно без предварительной переработки их содержания и очищения от идеалистических наслоений.

Аналогичным образом дело обстояло с категориальным аппаратом философии Гегеля. Его использование в

естественнонаучном познании предполагало преобразование идеалистической диалектики Гегеля в материалистическую диалектику.

В результате возникала ситуация, когда, с одной стороны, множились философские системы, а с другой, для нахождения необходимых методологических нормативов естествоиспытателю приходилось совершать все большую философскую работу с тем, чтобы привести в соответствие с запросами естествознания те или иные продуктивные философские идеи и категории. Мы уже говорили об уменьшающейся эффективности такой работы по мере ускорения темпов развития науки.

Чтобы обеспечить методологическое воздействие на конкретные науки и развиваться в ногу с их запросами и достижениями, философия должна была коренным образом изменить характер своих исследований и связь с естествознанием. Но для этого ей нужно было вступить в особую стадию своей эволюции, превратиться в науку, которая непрерывно развивает свои знания по мере появления все новых научных достижений, но никогда не превращает такие знания в набор окончательных истин. Указанная стадия развития философии начинается с возникновения диалектического материализма.

Признавая относительную устойчивость каждого нового уровня развития философских знаний, на основе которых разрабатывается методология естественных наук, диалектический материализм вместе с тем отмечает необходимость их постоянного изменения и развития. Он включает в себя метод такого изменения — материалистическую диалектику, которая представляет собой всестороннее учение о структуре и закономерностях процесса развития в материальном мире и человеческом познании.

Диалектика имеет двойственную функцию. С одной стороны, она выступает как конкретное, постоянно углубляющееся *теоретическое знание*, зафиксированное в философских законах и категориях. С другой стороны, материалистическая диалектика играет роль *метода исследования*, причем не только по отношению к конкретным наукам, но и к самой философии.

Когда с появлением новых достижений науки диалектический материализм вырабатывает все более глубокие знания о наиболее общих законах развития объективного мира и мышления, то эти знания он предлагает в качест-

ве методологических рекомендаций не только конкретным наукам. К самому себе он относится как к особой науке, которая подчиняется тем же общим закономерностям изменения, что и знания в других областях (физике, математике, химии, биологии и т. д.). Поэтому выработанные для науки методологические рекомендации диалектический материализм применяет в своих собственных исследованиях, перестраивая себя, развивая свое содержание, а значит, и свой метод. При этом в качестве основного эмпирического материала, на базе которого он создает свои теоретические обобщения, выступают достижения конкретных наук.

Как отмечал Энгельс, диалектический материализм меняет свою форму с каждым новым крупным открытием в естествознании.

Диалектический материализм с самого начала своего возникновения отстаивал принцип неразрывной связи философии и естественных наук. Причем эту связь он представлял не статично, а в динамике, рассматривая

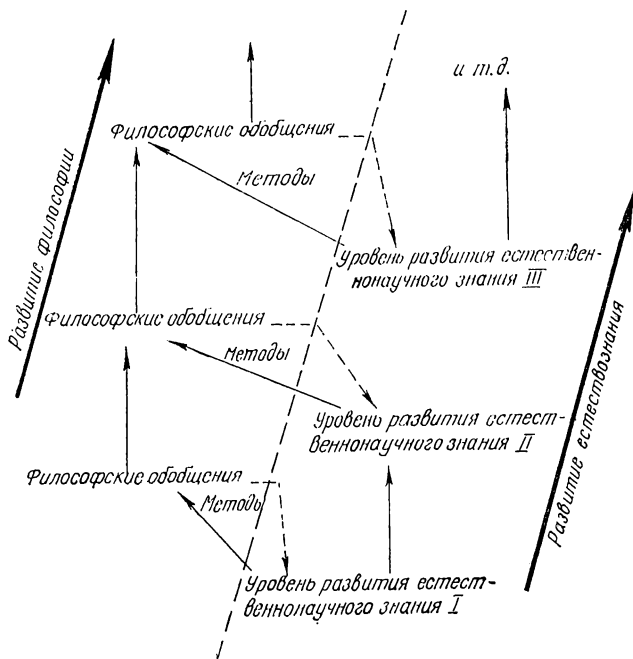


Рис. 1.

человеческое познание как процесс, в ходе которого из суммы относительных истин складывается истина абсолютная.

Такого рода взаимодействие философии и естествознания можно изобразить в следующей схеме (см. рис. 1).

Каждый уровень развития естественных наук обобщается в философии, которая вырабатывает общие методы исследования. Применение в науке этих методов, при условии накопления новых эмпирических данных, обеспечивает перестройку естественнонаучной картины мира и появление новых фундаментальных теорий, в связи с чем естествознание вступает в следующую фазу своего исторического движения. Но тогда получает новые факты и сама философия. Она обобщает достижения науки более высокого уровня развития, уточняет прежние методологические принципы и в обновленном виде вновь несет их в естествознание. Этот процесс постоянно повторяется.

Реализуя в ходе своего развития указанную программу двусторонней связи философии и естествознания, диалектический материализм оказывается способным решить проблему методологических рекомендаций, выдавая их науке каждый раз в форме, адекватной ее запросам и потребностям.

§ 3. Роль диалектико-материалистических принципов в современном научном исследовании

Ориентация на достижения диалектико-материалистической философии позволяет конкретным наукам своевременно обобщать возрастающий эмпирический и теоретический материал и создавать новые фундаментальные теории. Об эффективности диалектического материализма как методологии научного поиска можно судить в первую очередь по тем выдающимся открытиям, которые сделали в специальных областях науки сами классики марксизма. Достаточно вспомнить, что «Капитал» К. Маркса был результатом сознательного применения материалистической диалектики при анализе экономических процессов. В соответствии с ее принципами Маркс подошел к капиталистическому производству как сложной саморазвивающейся системе и выработал приемы анализа таких систем.

Знаменательно, что методологические выводы Маркса намного опережали свой век, поскольку наука XIX столе-

тия преимущественно изучала относительно простые объекты и не пользовалась методами системного анализа. Маркс же нашел такие методы задолго до оформления «системного подхода» в науке. Впоследствии автор «Капитала» неоднократно подчеркивал, что открытие законов капиталистического производства было во много обязано правильным приемам исследования, которые были разработаны на базе диалектико-материалистических идей.

Классики марксизма не раз демонстрировали плодотворность методов созданной ими философии при изучении различных сторон такого сложного объекта как человеческое общество. Вместе с тем они показали, что и в области естествознания использование положений диалектического материализма приводит к методологическим выводам большой прогнозирующей силы.

Ярким подтверждением тому могут служить результаты, полученные Ф. Энгельсом и В. И. Лениным при анализе достижений современного им естествознания. Так, например, проведенный Энгельсом в «Диалектике природы» философский анализ законов сохранения и обоснование подобных законов в качестве обязательных принципов естественнонаучного исследования во многом предваряли методологические установки современной физики, в которой законы сохранения стали играть роль своеобразных норм, регулирующих построение теории (современная физика при выдвижении математических гипотез и их интерпретации прежде всего проверяет, соответствуют ли новые гипотезы законам сохранения; такая проверка обеспечивает отбор и своевременную перестройку гипотез).

Напомним далее, что развитие наук о происхождении человека, начиная с последней четверти XIX в. и по настоящее время, постоянно испытывало влияние идей, высказанных Энгельсом в работе «О роли труда в процессе превращения обезьяны в человека». В настоящее время это исследование Энгельса превратилось в своеобразную методологическую базу для большинства теорий антропогенеза.

О методологических возможностях диалектического материализма говорят также и результаты, полученные Лениным в процессе философского обобщения естественнонаучных открытий конца XIX—начала XX в. В частности, развитие Лениным гипотезы об отражении как свойстве всей материи оказалось чрезвычайно плодотвор-

ным для понимания современных проблем биологии, психологии и кибернетики, связанных с изучением информационных процессов на различных уровнях организации материи.

Наконец, следует вспомнить о тех выводах, которые получил Ленин в результате философского анализа достижений физики конца XIX—начала XX в. Знаменитая ленинская идея о неисчерпаемости электрона, к настоящему времени подтвержденная многочисленными открытиями в физике элементарных частиц, на многие десятилетия опередила развитие естествознания. В современную эпоху она превратилась в один из важнейших методологических принципов физического исследования.

О плодотворном влиянии материалистической диалектики на развитие науки свидетельствует творчество выдающихся советских ученых, заложивших основы ряда перспективных направлений в естествознании нашего столетия. Напомним, что открытия в области физиологии и психологии, связанные с именем И. П. Павлова и его школой, опирались на принципы диалектико-материалистической философии. Не менее характерно, что осознанное применение диалектических идей позволило советскому геохимику В. И. Вернадскому разработать системную теорию геологических процессов, включающую учение о биосфере и техносфере как мощных факторах геологической эволюции. Но, пожалуй, наиболее отчетливо проявляется потребность в методах материалистической диалектики в естествознании сегодняшнего дня.

Выше говорилось, что современное естествознание изучает объекты, которые преимущественно являются сложными системами, причем среди них основное место начинают занимать системы, способные к саморазвитию. Понятно, что материалистическая диалектика как наиболее полное и всестороннее учение о развитии образует обязательную методологическую базу для теоретических дисциплин, изучающих подобные объекты. И в этом можно убедиться, обратившись к конкретным проблемам современного естествознания. Так, например, биология, вплотную подойдя к решению фундаментальных проблем сущности жизни, сразу же столкнулась с диалектическими противоречиями биологических объектов, присущей им диалектической связью части и целого.

При изучении процессов жизни современная биология в первую очередь стремится выявить структурные едини-

цы и уровни организации живой материи (клетка, многоклеточный организм, популяция, биогеоценоз, биосфера) выделить составные элементы и связи, характеризующие данные образования. Такой подход, связанный с расчленением биологического целого на составные элементы и выведением свойств целого из свойств элементов и их связей, получил название редукционизма. На этих путях биология, используя современные физико-химические методы, обнаружила тончайшие структуры, лежащие в самом фундаменте биологической организации (открытие микроструктуры клетки, выяснение роли нуклеиновых кислот в процессе белкового синтеза и обмена веществ и т. д.).

Но вместе с тем оказалось, что редукционизм не раскрывает самой сущности процессов жизни, поскольку свойства биологической системы нельзя полностью вывести из свойств ее элементов. Возникла необходимость соединить редукционизм с прямо противоположным подходом, который академик В. А. Энгельгарт охарактеризовал как «интегративный». Сущность последнего состоит в анализе целостности биологической системы и ее воздействия на характер элементов, которые в системе теряют часть своих свойств, поглощаемых свойствами интегрального целого.

По-видимому, решающие успехи в дальнейшем развитии биологии будут получены на путях рассмотрения ее объектов как противоречивого единства целостности и расчлененности и учета того, что появление каждого нового уровня биологической иерархии в ходе развития трансформирует объекты и элементы ранее возникших уровней. Важно подчеркнуть, что такое соединение редукционизма и интегратизма прямо восходит к идеям материалистической диалектики и во многом аналогично тому пути исследования, по которому шел К. Маркс в своем «Капитале». Очевидно, такой путь обязателен при изучении развивающихся систем.

С этих позиций особенно интересно проследить тенденции развития наук, ранее считавших свои объекты стационарными и не подверженными эволюции. Возьмем, например, астрономию. До настоящего времени представление о нестационарности космических объектов принималось в ней в очень ограниченном смысле (гипотеза об образовании звезд и планет из газопылевых туманностей).

Однако в современную эпоху даже такие объекты, как галактики и метагалактика начинают рассматриваться как подверженные эволюции. Буквально за последние годы в астрономии была обоснована идея о том, что нестационарность во Вселенной является закономерной фазой космической эволюции. Характерно, что эта идея, подкрепленная тщательным анализом эмпирических данных, была развита школой В. А. Амбарцумяна и возникла на путях сознательного применения в астрономии диалектико-материалистического учения о развитии.

Вероятно, дальнейшее проникновение эволюционных идей в астрономию потребует учета различных уровней организации космических объектов и их взаимодействия в процессе развития Вселенной. Исследования в этом направлении уже ведутся, и применение диалектических приемов анализа здесь должно сыграть решающую роль.

Сознательное использование в естествознании принципов материалистической диалектики превращается сейчас в одно из важных условий развития науки.

Вывод о необходимости сознательного обращения естествоиспытателей к достижениям научной философии был сформулирован еще Ф. Энгельсом, а затем развит В. И. Лениным с учетом основных тенденций развития науки конца XIX—начала XX в. В это время достижения естествознания и прежде всего физики прямо потребовали от естествоиспытателей перехода к принципам материалистической диалектики. Однако неправильная философская ориентация многих исследователей, вызванная социальной обстановкой буржуазного общества, подчинила их философским идеям, мешавшим им подняться до понимания диалектико-материалистических принципов. На этой почве возник кризис физики, вызванный появлением физического идеализма, который мешал формированию новых теоретических направлений в науке. Этот кризис был первым отчетливым выражением того факта, что стихийная философская ориентация естествоиспытателей перестает удовлетворять запросам науки. В этой связи Ленин указывал, что без сознательного овладения диалектико-материалистической философией естествоиспытатели оказываются бессильными перед натиском идеалистических идей, которые, проникая в науку, будут постоянно вызывать в ней кризисные ситуации.

В современных условиях идеализм чаще всего проникает в науку в замаскированной форме, тонко спекулируя на ее достижениях

и обещая решить ее методологические проблемы. Но на деле предлагаемые им методологические принципы в конечном итоге оказываются противоречащими запросам науки и тормозят ее прогресс.

Ярким примером тому может служить хотя бы философия позитивизма. Выступив с резкой критикой натурфилософии, позитивизм выдвинул программу методологических исследований, которая внешне выглядела вполне «безобидной» и даже привлекательной для естествоиспытателя. В ней предполагалось, что методы научного познания должны быть выработаны без какого-либо обращения к традиционно-философской проблематике, средствами самих наук. Соответственно этому было объявлено, что науку необходимо очистить от философских положений, с тем чтобы она успешно решала свои задачи.

Однако при ближайшем рассмотрении выяснилось, что уже само выдвигание указанной программы в скрытом виде вводило принципы идеалистической философии. Очевидно, что разработка общей методологии научного исследования предполагает выяснение законов научного познания, анализ природы самого познавательного процесса. Иначе говоря, для решения методологических задач науки необходима разработка теории познания.

Согласившись с необходимостью решения теоретико-познавательных проблем, позитивизм однако объявил, что условием научности такого решения является отказ от постановки традиционных философских вопросов и в частности основного вопроса философии. Но отказ от рассмотрения отношения мышления к бытию, познания к действительности означал, что процесс познания должен анализироваться вне связи с объективной действительностью и практикой, как нечто изначально первично данное.

Но это как раз и есть позиция субъективного идеализма. Вот почему, как только позитивизм начинал реализовывать свою программу, он воспроизводил идеи субъективно-идеалистической философии.

Такие идеи в конечном итоге приводили к навязыванию науке неадекватных методов исследования. В качестве примера здесь можно сослаться хотя бы на разработанный неопозитивистами в 20—30-х годах нашего столетия и всячески внедрявшийся ими в науку метод «логического анализа», согласно которому при создании теории должны быть устранены все понятия и высказывания, не допускающие сведения к данным наблюдения. Но в соответствии с требованиями «логического анализа» целый ряд законов науки и ее понятий (такие, например, фундаментальные понятия, как энтропия, энергия и т. д.), должны были изгоняться из науки, поскольку они непосредственно не были сводимы к сумме наблюдений.

Позитивистские идеи приводили к неадекватной формулировке многих принципов науки. Например, они мешали выявить глубокий философский смысл теории относительности и принципов квантовой механики, которые в изложении позитивистов «обрамлялись» целым рядом субъективистских наслонений. В свою очередь это затрудняло построение адекватной интерпретации математических аппаратов современной физики. Неудивительно, что крупные естествоиспытатели, убедившись в методологической бесплодности позитивизма, довольно резко высказывались против этой философии. С критикой позитивистской программы не раз выступали, например, А. Эйнштейн и М. Борн. К 50-м годам нашего столетия отошли от позитивизма Н. Бор и В. Гейзенберг, находившиеся некоторое время под влиянием его идей. Характерно, например, что у Н. Бора разрыв с позитивизмом

тивизмом и его критика сопровождалась разработкой философских идей, весьма близко стоящих к диалектико-материалистическому пониманию природы.

В. И. Ленин указывал, что физика идет к диалектическому материализму как «единственно верному методу и единственно верной философии естествознания не прямо, а зигзагами, не сознательно, а стихийно, не видя ясно своей «конечной цели»¹⁵. Поэтому в ней и возникают трудности и даже кризисные ситуации, которые преодолеваются долгим и трудным поиском научных философских идей, зачастую связанных с дублированием результатов, уже полученных в сфере диалектического материализма. Лишь сознательное обращение естествоиспытателей к диалектическому материализму, как указывал В. И. Ленин, дает им надежный метод решения творческих задач и обеспечивает правильное философское осмысление полученных результатов.

До сих пор мы говорили об эвристической роли научной философии по отношению к процессу формирования новых теоретических идей и гипотез. Но не только в этом проявляются ее методологические функции. Не менее важную роль она играет в процессе изложения уже полученных результатов исследования, при построении целостной системы знаний, сложившихся в различных областях науки.

Поскольку наука ставит своей задачей получение максимально объективной картины действительности, постольку результаты ее исследований не могут быть изложены произвольным образом. Они должны быть связаны между собой так, чтобы их совокупность давала как можно более целостный и правильный образ объективных связей мира. Эта проблема правильного изложения знаний, полученных частными науками, становится все более актуальной по мере усиления процесса дифференциации и интеграции научного знания. Появление все новых наук, изучающих различные области объективной действительности (дифференциация науки), а также появление наук, устанавливающих связь между этими сторонами действительности (интеграция науки), делает саму науку чрезвычайно сложным образованием. Часто один и тот же объект действительности становится предметом изучения различных научных дисциплин.

¹⁵ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, с. 332.

Например, существует целый комплекс наук о человеке (медицина, психология, социальные науки и т. д.), наук о Земле (география, геология, отчасти астрономия и др.). Каждая из них изучает в объекте только одну из сторон, один из его аспектов.

В таком случае, чтобы получить целостную картину изучаемого объекта, нужно уметь правильно синтезировать знания, полученные различными науками. Вне этого синтеза сущность объекта вообще может остаться нераскрытой, поскольку она не сводится ни к одной из отдельно взятых сторон и связей, а чаще всего выступает как их сложное переплетение и взаимодействие. Отсюда понятно, что описание конкретных сложных объектов требует особых способов организации научных знаний, выяснения того, в каких отношениях находятся между собой предметы различных наук и каково место каждой науки среди других. Картина взаимосвязи и субординации предметов наук служит своеобразной матрицей, показывающей исследователю, как синтезировать соответствующие знания. Эта картина в известном смысле предопределяет последовательность и номенклатуру различных наук, применяемых для изучения сложных объектов.

Так, например, представление о взаимосвязях предметов кибернетики, биологии, физики и химии дает ключ к пониманию того, в какой субординации находятся их методы и в каких границах можно рассчитывать на успех применения данных методов при исследовании, допустим, биологических процессов. Но для того, чтобы выработать представление о взаимосвязях предметов различных наук, естествоиспытателю нужно посмотреть на эти предметы как бы со стороны. Тем самым он выходит из сферы каждой конкретной науки и попадает в область философских исследований. Именно в этой области формируются исходные принципы, определяющие подход к установлению связей между науками. Понятно, что эти принципы будут перспективными лишь в том случае, если они основаны на научном понимании природы познавательного процесса и предмета познания, т.е. на том понимании, которое разрабатывается диалектическим материализмом. По мере того как отношения между науками становятся все сложнее, а сама перестройка их связей убыстряется с появлением все новых научных направлений, становится необходимым осознание таких

принципов и их планомерное использование в ходе синтеза научных знаний.

Таким образом, как процесс формирования новых теорий, так и последующая процедура классификации и синтеза знаний, полученных в различных областях науки, требуют применения принципов диалектического материализма. Эти объективные тенденции развития науки, раскрытые В. И. Лениным, легли в основу выдвинутой им программы союза философов-материалистов и естествоиспытателей. Осуществление этого союза в настоящее время превращается в необходимое условие прогресса современной науки.

3. Общелогические приемы познания

Предлагая науке все более богатую и постоянно углубляемую систему методологических принципов, диалектико-материалистическая философия много внимания уделяет исследованию самого процесса выработки и применения отдельных методов познания в практике научного исследования.

Методологический анализ процесса научного познания позволяет выделить два типа приемов исследования. Во-первых, приемы, присущие человеческому познанию в целом, на базе которых строится как научное, так и обыденное знание. К ним можно отнести анализ и синтез, индукцию и дедукцию, абстрагирование и обобщение и т. д. Назовем их условно *общелогическими методами*. Во-вторых, существуют особые приемы, характерные только для научного познания. Последние в свою очередь можно подразделить на две основные группы: *методы построения эмпирического знания и методы построения теоретического знания*. Рассмотрим эти методы в указанной последовательности. Начнем с общелогических методов.

§ 1. Анализ и синтез

Предметы окружающей человека природы представляют собой системы с множеством элементов, их свойств, связей и отношений. Познание мира во всей совокупности его связей и отношений, в бесконечном процессе изменения и развития представляет основную задачу научного познания.

Первоначально у человека складывается общая картина изучаемого предмета с весьма бедным представлением о его внутренней структуре, составляющих его элементах и связях между ними, знание которых является необходимой предпосылкой раскрытия сущности предмета. Как отмечал В. И. Ленин, для того, «чтобы действи-

только знать предмет, надо охватить, изучить все его стороны, все связи и «опосредствования»¹. Поэтому последнее изучение предмета связано с конкретизацией общего представления о нем. Познание постепенно, шаг за шагом раскрывает внутренние существенные признаки предмета, связи его элементов и их взаимодействие друг другом. Для того, чтобы осуществить эти шаги, необходимо целостный предмет расчленить (мысленно или практически) на составляющие части, а затем изучить их, выделяя свойства и признаки, прослеживая связи и отношения, а также выявляя их роль в системе целого. После того, как эта познавательная задача решена, части вновь можно объединить в единый предмет и составить себе конкретно-общее представление, т. е. такое представление, которое опирается на глубокое знание внутренней природы предмета. Эта цель достигается с помощью таких операций, как анализ и синтез.

Анализ — это расчленение целостного предмета на составляющие части (стороны, признаки, свойства или отношения) с целью их всестороннего изучения.

Синтез — это соединение ранее выделенных частей (сторон, признаков, свойств или отношений) предмета в единое целое.

Объективной предпосылкой этих познавательных операций является структурность материальных объектов, способность их элементов к перегруппировке, объединению и разъединению. В природе происходят бесконечные процессы созидания и разрушения: образуются новые космические объекты и разрушаются старые, распадаются и воссоздаются микроэлементы, происходят химические реакции ассимиляции и диссимиляции. Иначе говоря, любой процесс изменения и развития предполагает объединение или разъединение составляющих частей, что и представляет ту объективную основу, на которой развивается аналитико-синтетическая деятельность человеческого познания. Возможность такой деятельности превращается в действительность через практику человека. Именно в практике человек сталкивается с необходимостью расчленять и соединять объекты.

Уже в первобытную эпоху, очищая деревья от сучьев, разделывая туши животных, раскалывая камни на части, создавая первые орудия труда, примитивную одежду и

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 42, с. 290.

жилища, человек по существу пользовался практическим анализом и синтезом. Эти операции миллионы раз повторялись в практике, закреплялись в сознании людей и постепенно превращались в особые приемы мышления.

Анализ и синтез являются наиболее элементарными и простыми приемами познания, которые лежат в самом фундаменте человеческого мышления, вместе с тем они являются и наиболее универсальными приемами, характерными для всех его уровней и форм. В научном исследовании они используются как на эмпирическом уровне при изучении внешних признаков и свойств, так и на теоретическом — при выяснении сущности явлений. Сам научный эксперимент представляет не что иное, как осуществление практического анализа и синтеза, применяемых в познавательных целях.

Изучая, например, природу катодных лучей, английский физик Уильям Крукс с помощью ряда практических операций выделил некоторые свойства этих лучей. Введя в трубку с разреженным газом радиометр, он обнаружил его вращение и заключил, что катодные лучи обладают механическим действием. Затем, поместив на пути катодных лучей металлический крестик, он увидел четко обозначенную тень на стенке трубки и сделал вывод об их прямолинейном распространении. Наконец, приблизив магнит к тонкому пучку катодных лучей, Крукс заметил смещение флуоресцирующего пятна, что доказывало искривление катодных лучей магнитным полем и наличие у них заряда.

Так единое явление было расчленено в эксперименте на отдельные признаки и свойства. Это был анализ явления. Подводя далее итог результатам исследования, Крукс синтезирует все эти признаки. Он заключает, что катодные лучи одновременно обладают всеми выделенными свойствами, причем наличие одного из свойств не уничтожает других (что, кстати, отнюдь не являлось очевидным и требовало экспериментального подтверждения). Это был этап синтеза, проведенного на уровне эмпирической фазы исследований. Впоследствии он послужил базой для разработки теоретических представлений о катодных лучах как потоке электронов.

Анализ и синтез представляют один из важных приемов исследования и на теоретическом уровне.

На этой стадии исследователь имеет дело уже не с внешними признаками изучаемого объекта, а с его внут-

ренными характеристиками. В ходе теоретического познания объекта он выявляет его существенные стороны и связи, а затем устанавливает отношения между ними. Например, когда в уравнениях Бойля — Мариотта и Гей-Люссака были выделены отдельные характеристики состояния газа и их взаимосвязь (давление и объем, давление и температура), то это был анализ, направленный на изучение существенных сторон поведения газов. В ходе дальнейшего развития теории газов был проведен синтез этих законов: на основе уравнений Бойля — Мариотта и Гей-Люссака было получено более общее уравнение Клайперона, в котором связывались воедино температура, объем и давление. В дальнейшем это уравнение было синтезировано с законом Авагадро и таким путем было получено уравнение Менделеева — Клапейрона, отражающее более полно и глубоко сущность поведения газов.

На всех этапах научного познания анализ используется в тесной связи с синтезом. Эти операции диалектически взаимосвязаны и взаимно предполагают друг друга. Диалектика анализа и синтеза проявляется, во-первых, в том, что как анализ не может осуществляться без синтеза, так и синтез без анализа, и во-вторых, результаты синтеза могут рассматриваться как начало нового анализа.

В любом эксперименте при выявлении отдельных свойств объекта он обязательно приводится во взаимодействие с другими объектами, т. е. анализ, выделение свойства из целостного явления можно осуществить лишь в том случае, если изучаемый объект, взаимодействует с другими объектами. Так, катодные лучи взаимодействовали с радиометром, магнитным полем и другими объектами, что и позволило выделить и изучить их свойства. Включение объекта во взаимодействие с другим означает синтез этих объектов, создание из них как из исходных элементов более сложной системы.

В свою очередь факты, полученные в результате синтеза, можно рассматривать как начало нового анализа, проводимого на более высокой стадии исследования. Как мы уже отмечали, результатом синтеза при изучении катодных лучей было открытие электрона, что в свою очередь явилось началом анализа сложной структуры атома. Таким образом, синтез является завершающим этапом аналитической деятельности сознания и вместе с тем

создает базу для более глубокого анализа. Подчеркивая неразрывную связь между анализом и синтезом в процессе познания, Ф. Энгельс писал, что «мышление состоит столько же в разложении предметов сознания на их элементы, сколько в объединении связанных друг с другом элементов в некоторое единство. Без анализа нет синтеза»².

Научные анализ и синтез в процессе познания связаны с рядом других познавательных операций, в частности, с такими, как абстрагирование, обобщение, индукция, дедукция и др. Лишь в полной совокупности их удается раскрыть закономерные связи явлений и проникнуть в сущность изучаемых предметов.

§ 2. Абстрагирование

Абстрагирование — это особый прием мышления, который заключается в отвлечении от ряда свойств и отношений изучаемого явления с одновременным выделением интересующих исследователя свойств и отношений.

Результатом абстрагирующей деятельности мышления является образование различного рода абстракций, которыми являются как отдельно взятые понятия и категории, так и их системы.

Процесс абстрагирования носит двухступенчатый характер. Он обязательно предполагает, с одной стороны, установление относительной самостоятельности отдельных свойств, а с другой — выделение интересующих исследователя свойств и отношений путем замещения их особыми знаками.

Предметы объективной действительности обладают бесконечным множеством различных свойств, связей и отношений. Одни из этих свойств сходны между собой и обуславливают друг друга, другие же отличны и относительно самостоятельны. Например, свойство пяти пальцев человеческой руки взаимоднозначно соответствовать пяти деревьям, пяти камням, пяти овцам оказывается независимым от размера предметов, их окраски, принадлежности к живым или неорганическим телам и т. д. В процессе познания и практики устанавливают прежде всего эту относительную самостоятельность отдельных свойств

² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 41.

и выделяют те из них, связь между которыми важна для понимания предмета и раскрытия его сущности.

Процесс такого выделения предполагает, что эти свойства и отношения должны быть обозначены особыми замещающими знаками, благодаря которым они закрепляются в сознании в качестве абстракций. Например, указанное свойство пяти пальцев взаимоднозначно соответствовать пяти другим предметам и закрепляется особым знаковым выражением — словом «пять» или цифрой, которые и будут выражать абстракцию соответствующего числа.

Абстрагирование — общий универсальный прием познания, без которого немислимы как научное, так и обыденное познание, как эмпирический, так и теоретический уровни исследований. Уже в самом фундаменте научного познания — в эмпирическом исследовании — мы сталкиваемся с необходимостью абстрагирующей деятельности сознания.

Например, эмпирическое высказывание «гора Эверест — самая высокая гора мира» представляет не что иное, как абстракцию. Здесь мы отвлекаемся от многих характеристик этого географического объекта (конфигурации, снежного и растительного покрова, местоположения и т. д.) и выделяем лишь одно свойство — высоту горы. Поэтому нельзя выразить даже самый простой эмпирический факт, не обращаясь к абстракции.

Но еще более велика роль абстракции на теоретическом уровне исследования, так как метод абстрагирования представляет собой одно из важнейших средств раскрытия сущности предметов и явлений. Применяя его, исследователь может, опережая практику, раскрывать такие свойства и отношения явлений, с которыми человек не сталкивался еще в своем обыденном опыте.

Например, Лобачевский в процессе теоретического анализа установил, что свойство прямой быть кратчайшим расстоянием между двумя точками и свойство параллельности прямых являются относительно независимыми. На этом основании он вывел абстракцию «абсолютная прямая» и построил новую геометрическую систему, которая обосновывала существование самых различных неевклидовых пространств.

Поднимаясь, таким образом, по ступенькам все более общих свойств, научное познание вырабатывает все новые абстрактные понятия и представления.

На первый взгляд может показаться, что по мере восхождения к абстрактным понятиям наука удаляется от самой действительности. На этой основе зарождаются различного рода идеалистические иллюзии о самостоятельном существовании абстрактных понятий или их чисто субъективном содержании. На самом же деле абстрактность понятий не означает их оторванности от реальных предметов и процессов, а свидетельствует лишь о более глубоком познании мира. «Мышление,— писал В. И. Ленин,— восходя от конкретного к абстрактному, не отходит — если оно *правильное...* — от истины, а подходит к ней. Абстракция *материи, закона природы, абстракция стоимости* и т. д., одним словом, *все* научные (правильные, серьезные, не вздорные) абстракции отражают природу глубже, вернее, *полнее*»³.

Характер научного абстрагирования определяется как спецификой самого познаваемого явления, так и задачами познания. Кеплеру, например, были неважны цвет Марса и других планет, их химический состав, температура Солнца и целый ряд других характеристик объектов солнечной системы для установления законов обращения планет вокруг Солнца. Все свое внимание он сосредоточил на измерении пути, пройденного планетой, и установлении его формы. Для физика же, изучающего явление термоядерных превращений, происходящих на Солнце, весьма существенным свойством окажется как раз его температура. Если, скажем, для анатома цвет кожи человека может рассматриваться как несущественное свойство, то для антрополога и генетика он уже носит существенный характер и его исследование представляет важную теоретическую проблему.

§ 3. Обобщение

Абстрагирование осуществляется в тесной связи с обобщением.

Когда мы абстрагируем некоторое свойство или отношение ряда объектов, то тем самым создается основа для их объединения в единый класс. По отношению к индивидуальным признакам каждого из объектов, входящих в данный класс, объединяющий их признак выступает как **общий**.

³ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, с. 152.

Обобщение — это такой прием мышления, в результате которого устанавливаются общие свойства и признаки объектов.

Операция обобщения осуществляется как переход от частного или менее общего понятия и суждения к более общему понятию или суждению.

Например, такие понятия, как «клен», «липа», «береза» и т. д. являются первичными обобщениями (как и всякое понятие, схватывающее общие черты определенного класса предметов), от которых можно перейти к более общему понятию «лиственное дерево». Расширяя класс предметов и выделяя общие свойства этого класса, можно постоянно добиваться построения все более и более широких понятий, в частности, в данном случае можно прийти к таким понятиям, как «дерево», «растение», «живой организм».

На определенных ступенях познания существует предел такому расширению понятий, заканчивающийся выработкой философских категорий — предельно широких понятий, составляющих основу научного знания.

В эмпирическом познании операция обобщения осуществляется как переход от данных многочисленных наблюдений к установлению общего, стабильного, повторяющегося в изучаемых явлениях. Ярким примером такого обобщения является история открытия клеточного строения организмов.

Еще до Шлейдена и Шванна (признанных основоположников этой теории) многими учеными был накоплен значительный материал о строении растительных и животных клеток. Но на пути к созданию клеточной теории необходимо было сделать ряд промежуточных обобщений, которые помогли становлению общей теории. В частности, многие исследователи установили факт схожести клеток некоторых растительных организмов, другие — схожесть клеток некоторых видов животных организмов. Были сделаны предположения о сходстве элементов, из которых построены тела многоклеточных растений и животных.

Вот, например, как описывает немецкий естествоиспытатель К. Бэр поразившее его тождество половых клеток млекопитающих и птиц: «Я вдруг отскочил как пораженный молнией... я должен был отдохнуть, прийти в себя, прежде чем решился снова посмотреть в микроскоп... Кажется, странно, что зрелище, которого ожидаешь и желаешь, может испугать; впрочем, в данном случае было нечто неожиданное: я все-таки не думал, что содержимое яйца млекопитающих до такой степени похоже на желток птиц»⁴.

Все эти многочисленные исследования подготовили эмпирический материал, который лег в основу теории клеточного строения организмов. Описывая эту подготовительную стадию на пути создания теории, В. Лункевич пишет:

⁴ Цит. по кн.: В. В. Лункевич. От Гераклита до Дарвина, II. М., 1960, с. 326.

«Целая плеяда ученых... собрала многообразный материал для построения клеточной теории. Одни познакомили нас с красочным миром простейших организмов растительного и животного происхождения. Другие констатировали клеточную структуру различных растительных тканей, доказывая, что даже такие строительные элементы растений, как волокна и сосуды, представляют собой лишь модификацию клеток. Третьи установили клеточную природу некоторых животных тканей, показав в то же время, что клетками следует считать не только кровяные и лимфатические тельца, но и яйца млекопитающих. Были при этом высказаны предположения о сходстве строительных элементов многоклеточных растений и животных; были сделаны кое-какие наблюдения относительно размножения некоторых клеток делением; была, наконец, сделана смелая по тому времени попытка рассматривать клетки как более или менее самостоятельные «элементарные организмы».

Но все это представляло собой не больше, как фрагментарный, сырой материал, из которого надлежало соорудить прекрасное здание, именуемое *клеточной теорией*⁵.

В данном случае обобщение осуществляется как чисто эмпирический акт путем непосредственного наблюдения и сравнения клеток разных органов и организмов и установления факта их сходства. Оно носит качественный характер. Но в развитых науках часто встречаются случаи, когда уже в процессе эмпирического исследования широко применяются количественные методы.

Примером может служить открытие Бойлем и Мариоттом эмпирического закона, устанавливающего зависимость между объемом и давлением газа. В опытах со сжатием воздуха было замечено, что произведение числа, характеризующего величину давления, и числа, характеризующего объем воздуха, всегда одно и то же. На этом основании был сделан вывод о том, что для воздуха справедлива зависимость $PV = const$ (где P — объем, V — давление). После этого были изучены другие газы, и для них была установлена та же зависимость. На этой основе было сделано обобщение, что $PV = const$ для всех газов. Так в результате обобщения, основанного на установлении количественных зависимостей, был получен закон Бойля — Мариотта.

Обобщение широко используется в науке не только в эмпирическом исследовании и на первых ступенях построения теоретических знаний, но и является мощным орудием построения самих фундаментальных теорий. Так, принцип относительности, сформулированный Галилеем для механических систем, был расширен Эйнштейном и распространен на все физические явления, приобретая тем самым характер более общего и универсального принципа науки. Благодаря этому были созданы специальная и общая теории относительности.

⁵ Цит. по кн.: В. В. Лункевич. От Гераклита до Дарвина, т. II, с. 327.

Таким образом, обобщение может рассматриваться в узком плане как переход от менее общего понятия к более общему (где действует формально-логический закон обратного соответствия между содержанием и объемом понятия), и в более широком плане, как переход от частного знания к знанию общему. Причем в последнем случае расширение объема знания не ведет к обеднению его содержания, наоборот, такое расширение предполагает одновременно и обогащение последнего. Вот почему переход в процессе познания от частного к общему, от менее общего к более общему знанию углубляет и расширяет наши представления о мире, поскольку общее «... поднимает выше всю массу его предшествующего содержания и не только ничего не теряет вследствие своего диалектического поступательного движения и не оставляет ничего позади себя, но несет с собой все приобретенное, и обогащается и уплотняется внутри себя»⁶.

Двигаясь, таким образом, по ступенькам абстрагирования и обобщения, познание все глубже и глубже проникает в сущность изучаемых явлений.

§ 4. Индукция и дедукция

В процессе исследования часто приходится, опираясь на уже имеющиеся знания, делать заключения о неизвестном. Переходя от известного к неизвестному, мы можем либо использовать знания об отдельных фактах, восходя при этом к открытию общих принципов, либо, наоборот, опираясь на общие принципы, делать заключения о частных явлениях. Подобный переход осуществляется с помощью таких логических операций, как индукция и дедукция.

Индукцией называется такой метод исследования и способ рассуждения, в котором общий вывод строится на основе частных посылок. *Дедукция* — это способ рассуждения, посредством которого из общих посылок с необходимостью следует заключение частного характера.

Индукция и дедукция широко используются во всех областях научного познания. Они играют важную роль при построении эмпирических знаний и переходе от эмпирического знания к теоретическому.

Основой индукции являются опыт, эксперимент и на-

⁶ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, с. 212.

блюдение, в ходе которых собираются отдельные факты. Затем, изучая эти факты, анализируя их, исследователь устанавливает общие и повторяющиеся черты ряда явлений, входящих в определенный класс. На этой основе он строит индуктивное умозаключение, в качестве посылок которого выступают суждения о единичных объектах и явлениях с указанием их повторяющегося признака, и суждение о классе, включающем данные объекты и явления. В качестве вывода получают суждение, в котором признак, выявленный у совокупности единичных объектов, приписывается всему классу. Так, например, изучая свойства воды, спиртов, жидких масел, устанавливают, что все они обладают свойством упругости. Зная, что вода, спирты, жидкие масла принадлежат к классу жидкостей, делают вывод, что жидкости упруги.

Построение индуктивного умозаключения представляет собой лишь один из этапов применения индукции как метода исследования. Прежде чем строить умозаключение, необходимо обнаружить повторяющийся признак у некоторого класса объектов. Этот этап может протекать не только в форме специализированного предварительного исследования, осуществляемого в науке, но и в виде накопления фактов в процессе самой производственной деятельности людей. Так, например, индуктивный вывод о том, что трение является источником теплоты, был подготовлен длительным накоплением знаний в повседневной практике человека. По этому поводу Ф. Энгельс писал: «Что трение производит теплоту — это было известно на практике уже доисторическим людям, когда они изобрели способ получать огонь трением, а еще ранее этого согревали холодные части тела путем их растирания. Однако отсюда до открытия того, что трение вообще есть источник теплоты, прошло кто знает сколько тысячелетий. Но так или иначе, настало время, когда человеческий мозг развился настолько, что мог высказать суждение: *«трение есть источник теплоты»*⁷.

Ценность индуктивных выводов состоит в том, что они обеспечивают переход от единичных фактов к общим положениям, позволяют обнаруживать зависимости между явлениями, строить эмпирически обоснованные гипотезы и приходиться к обобщениям типа: «все металлы электропроводны», «при движении любых провод-

⁷ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 539.

шников вокруг прямолинейных магнитов в проводниках возникает электродвижущая сила», «все млекопитающие дышат легкими» и т. п.

В индуктивных рассуждениях различают полную и неполную индукцию. Полная индукция применима в тех случаях, когда класс изучаемых объектов обозрим и все объекты этого класса могут быть перечислены. Ограниченным является, например, класс кривых второго порядка; можно перечислить химические элементы, входящие в класс металлов или металлоидов; виды животных, образующих класс млекопитающих или пресмыкающихся; страны, входящие в лагерь социализма или капитализма, и т. д. *Полная индукция* основана на изучении каждого из объектов, входящих в класс, и на нахождении на этой основе их общих характеристик.

Однако в ряде случаев просто нет необходимости рассматривать абсолютно все предметы того или иного класса, в других случаях это невозможно сделать в силу необозримости класса изучаемых явлений или же в силу ограниченности человеческой практики. Тогда применяют неполную индукцию.

Неполной индукцией является такой прием рассуждения, в котором общий вывод строится на основе изучения ограниченного числа объектов какого-либо определенного класса.

Существуют две разновидности неполной индукции: популярная, или индукция через простое перечисление, и научная.

Популярная индукция строится как обобщение ряда наблюдений за сходными явлениями, в которых фиксируется какой-то повторяющийся признак. Фиксация нового признака у ряда объектов происходит здесь, как правило, без предварительного плана исследований: обнаружив сходный признак у первых попавшихся предметов некоторого класса и не встретив ни одного противоречащего случая, переносят указанный признак на весь класс предметов. Отсутствие противоречащего случая является главным основанием для принятия индуктивного вывода. Обнаружение же такого случая опровергает индуктивное обобщение.

Вывод, полученный путем индукции через простое перечисление, обладает сравнительно малой степенью достоверности и при продолжении исследований, основанном на расширении класса изученных случаев, часто мо-

жет оказаться ошибочным. Так, например, в свое время математиками было сделано обобщение, что все уравнения могут быть решены в радикалах, т. е. любое уравнение может быть сведено к виду $x^n = a$. Основанием этого заключения был тот факт, что уравнения первой степени, квадратные уравнения и уравнения третьей и четвертой степеней могут быть решены в радикалах. Однако впоследствии обнаружилось, что указанное обобщение, полученное путем индукции через простое перечисление, ошибочно, поскольку уравнения пятой степени не подчиняется данному правилу⁸.

Конечно, это не значит, что популярная индукция вообще не способна давать правильных выводов. Многие заключения, полученные таким путем, оказывались истинными. Например, утверждение, что «все папоротники размножаются спорами», «все млекопитающие дышат легкими» были сформулированы первоначально путем популярной индукции.

Популярная индукция может применяться в научном исследовании при выдвижении первых и приближенных гипотез. К ней часто прибегают на первых этапах знакомства с новым классом объектов, но в целом она не может служить надежной основой для получаемых наукой индуктивных обобщений. Такие обобщения строятся главным образом на базе научной индукции.

Научная индукция характеризуется поиском причинных зависимостей между явлениями и стремлением обнаружить существенные признаки объектов, объединяемых в класс. Можно выделить три основных вида научной индукции: 1) индукцию через отбор случаев; 2) индуктивные методы исследования причинных связей; 3) индукцию через изучение единственного представителя некоторого класса.

В отличие от популярной индукции, где учитывается лишь количество исследуемых случаев, *индукция через отбор случаев* принимает во внимание особенности каждой их группы. Например, если стоит задача экспериментально изучить характеристики свободного падения тел с учетом сопротивления воздуха, то исследователь рассматривает не первые, случайно попавшиеся тела, а предварительно расчленяет их на группы по величине массы, объема и характеру поверхности. Затем он изуча-

⁸ См.: Д. П. Горский. Логика. М., 1958, с. 251.

ст каждого из представителей такой группы и отыскивает зависимость между скоростью движения падающего тела и величиной сопротивления, которое оказывает воздух на тела разного веса и конфигурации.

Научная индукция широко используется и как *метод нахождения причинных связей* путем изучения некоторой совокупности обстоятельств, предшествующих наблюдаемому явлению. Варьируя обстоятельства и осуществляя каждый раз наблюдение за некоторым явлением, исследователь устанавливает его причину. Такой способ характеризует в частности многие виды экспериментального изучения объектов. Например, этим способом широко пользовался Рентген, отыскивая причину обнаруженных в опыте X-лучей. В экспериментальной установке, с помощью которой были открыты X-лучи, было выделено несколько звеньев, которые могли бы служить их источником: стенки стеклянной трубки с разреженным газом, через которую пропускался разряд; впаянные в трубку анод и катод, испускающий круксовы лучи; разреженный газ; провода, подводящие ток. Изолируя действие одних факторов (например, экранируя провода), видоизменяя другие, Рентген выяснил, что причиной X-лучей является соударение катодных лучей со стенкой разрядной трубки.

В логике довольно подробно изучен процесс выявления причинных связей путем научной индукции и установлен ряд приемов, которые характеризуют отдельные ее разновидности (метод единственного сходства, метод единственного различия, соединенный метод сходства и различия, метод сопутствующих изменений, метод остатков).

Научная индукция может строиться не только на основе изучения ряда явлений или объектов, входящих в некоторый класс, но и на основе изучения *единственного представителя* указанного класса. В этом случае при рассуждении о принадлежности или отсутствии определенного признака у объекта не должны использоваться такие его индивидуальные свойства, которые отличают его от других предметов того же класса. Можно, например, изучать законы колебания маятника, подвергая испытанию один из маятников и не рассматривая остальных случаев.

Все рассмотренные разновидности неполной индукции играют исключительно важную роль в познании. Непол-

ная индукция позволяет сократить научный поиск, прийти к общим положениям, раскрытию закономерностей, не дожидаясь, пока будут досконально исследованы все явления данного класса. В этом состоит ее положительная сторона. Однако она заключает в себе и существенную ограниченность, состоящую в том, что вывод неполной индукции чаще всего не дает достоверного знания. В меньшей степени это относится к научной индукции, некоторые разновидности которой дают достоверные выводы, целиком же — к популярной индукции. Знание, полученное в рамках неполной индукции, обычно является проблематичным, вероятностным. Отсюда возникает возможность многочисленных ошибок, являющихся следствием поспешных обобщений. Подобного рода обобщения особенно характерны для ранних стадий научного исследования. Так, например, они часто встречались в биологии, когда эта наука только набирала силы и ставила задачу накопления и классификации фактов.

Критикуя абсолютизацию индуктивных выводов, которая наблюдалась у ряда прежних философов и естествоиспытателей, Ф. Энгельс пишет: «По мнению индуктивистов, индукция является непогрешимым методом. Это настолько неверно, что ее, казалось бы, надежные результаты ежедневно опрокидываются новыми открытиями... Индукция учила нас, что позвоночные животные обладают центральной нервной системой, дифференцированной на головной и спинной мозг, и что спинной мозг заключен в хрящевых или костных позвонках — откуда заимствовано даже название этих животных. Но вот оказалось, что ланцетник — позвоночное животное с недифференцированной центрально-нервной струной и без позвонков... Если бы индукция была действительно столь непогрешимой, то откуда взялись бы стремительно опрокидывающие друг друга перевороты в классификациях органического мира? Ведь они являются самым подлинным продуктом индукции, и тем не менее они уничтожают друг друга»⁹.

На ограниченность индуктивных выводов обращал внимание также В. И. Ленин. «Самая простая истина, — писал он, — самым простым индуктивным путем полученная, всегда неполная, ибо опыт всегда незакончен»¹⁰.

⁹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 543.

¹⁰ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, с. 162.

Проблематичный характер большинства индуктивных выводов требует их многократной проверки практикой, сопоставления с опытом следствий, выводимых из индуктивного обобщения. По мере того, как эти следствия совпадают с результатом опыта, увеличивается степень достоверности индуктивного вывода. В этом процессе обоснование знаний, полученных путем индукции, обязательно предполагает движение от индуктивных обобщений к тому или иному частному случаю. Такого рода вывод представляет собой уже дедуктивное умозаключение. Тем самым индукция дополняется дедукцией, что и обеспечивает переход от вероятностного к достоверному знанию¹¹.

Дедукция является вторым важнейшим видом рассуждения, применяемого в познании. Она отличается от индукции прямо противоположным ходом движения мысли. В дедукции, как это видно из определения, опираясь на общее знание, делают вывод частного характера. Одной из посылок дедукции обязательно является общее суждение. Если оно получено в результате индуктивного рассуждения, тогда дедукция дополняет индукцию, расширяя объем нашего знания. Например, если мы знаем, что все металлы электропроводны, и если установлено, что медь относится к группе металлов, то из этих двух посылок с необходимостью следует заключение о том, что медь электропроводна.

¹¹ Отметим, что указанная выше возможность получения в некоторых видах научной индукции достоверных (а не вероятностных) выводов как раз обеспечивается тесной связью их с дедуктивными рассуждениями. Достоверный вывод дает, например, индукция через изучение единственного представителя класса объектов. В этом виде индуктивных исследований анализ единичного случая протекает в форме дедукции. Предполагается заранее, что все изучаемые признаки единичного объекта необходимо должны принадлежать всему классу (напомним, что единичный объект рассматривается здесь как типичный представитель класса и индивидуальные свойства, отличающие его от других объектов класса, не принимаются во внимание). Отсюда, обнаруживая, например, новые зависимости между свойствами изучаемого объекта (новый признак), переносят их на весь класс. Исследование идет от единичного объекта к утверждениям о классе. Но вывод строится как рассуждение от общего к частному типу:

Все признаки объекта должны принадлежать классу
 X — признак объекта

 X принадлежит классу.

Благодаря таким особенностям рассматриваемый вид научной индукции дает достоверный вывод.

Но особенно большое познавательное значение дедукции проявляется в том случае, когда в качестве общей посылки выступает не просто индуктивное обобщение, а какое-то гипотетическое предположение, новая научная идея. В этом случае дедукция играет не просто вспомогательную роль, дополняя индукцию, а является отправной точкой зарождения новой теоретической системы. Созданное таким путем теоретическое знание предопределяет дальнейший ход эмпирических исследований и целенаправляет построение новых индуктивных обобщений.

Отмечая тесную взаимосвязь индуктивных и дедуктивных методов познания, Ф. Энгельс писал, что «индукция и дедукция связаны между собой столь же необходимым образом, как синтез и анализ. Вместо того чтобы односторонне превозносить одну из них до небес за счет другой, надо стараться применять каждую на своем месте, а этого можно добиться лишь в том случае, если не упускать из виду их связь между собой, их взаимное дополнение друг друга»¹².

Все развитие научной мысли неопровержимо доказывает справедливость этого положения. Органическое сочетание указанных приемов исследования мы находим, например, в трудах классиков марксизма-ленинизма. Изучая природу капиталистического производства, К. Маркс, по словам В. И. Ленина, переработал целый Монблан факторов, делая определенные индуктивные обобщения, которые сопоставлялись с идеями и гипотезами, выведенными дедуктивно из общих принципов философского характера.

Исходя из общей идеи развития капитализма, В. И. Ленин анализирует экономическое развитие России. Собрав и обобщив громадный фактический материал, он приходит к выводу о том, что и Россия идет по капиталистическому пути развития. В работах В. И. Ленина особенно отчетливо проступает взаимосвязь и переход от общего знания к частным положениям и от знания отдельных факторов к общим выводам.

Взаимосвязь между индукцией и дедукцией, а также этих операций с другими приемами познания можно проследить и на примере творчества многих ученых-естествоиспытателей. Так, Д. И. Менделеев, изучая различные

¹² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 542—543.

химические элементы, прежде всего стремился выделить их отдельные свойства. На этом этапе исследований преобладало индуктивное движение мысли. Сравнивая между собой различные элементы, ученый обнаружил определенную периодическую повторяемость их свойств в зависимости от величины их атомных весов. Менделеев описывает этот процесс следующим образом: «Я стал подбирать, подписав на отдельных карточках элементы с их атомными весами и коренными свойствами, сходные элементы и близкие атомные веса, что быстро привело к тому заключению, что свойства элементов стоят в периодической зависимости от их атомного веса»¹³. Таким путем Менделеев вывел основной закон химии.

Затем, опираясь на периодический закон и пользуясь приемами дедуктивного рассуждения, он приходит к целому ряду новых открытий, предсказывая еще не известные химии элементы. После этого снова шла индуктивная проверка, основанная на обобщении фактов и сопоставлении полученных в опыте зависимостей с предсказаниями теории.

На начальной стадии научного исследования преобладает индукция, в ходе же развития и обоснования научного знания большую роль начинает играть дедукция. В целом же эти операции научного познания неразрывно связаны и дополняют друг друга.

§ 5. Аналогия и моделирование

Изучая свойства и признаки явлений окружающей нас действительности, мы не можем познать их сразу, целиком, во всем объеме, а подходим к их изучению постепенно, раскрывая шаг за шагом все новые и новые свойства. Изучив некоторые из свойств предмета, мы можем обнаружить, что они совпадают со свойствами другого уже хорошо изученного предмета. Установив такое сходство и найдя, что число совпадающих признаков достаточно большое, можно сделать предположение о том, что и другие свойства этих предметов совпадают. Ход рассуждения такого рода составляет основу аналогии.

Аналогия — это такой прием познания, при котором на основе сходства объектов в одних признаках заключают об их сходстве и в других признаках.

¹³ Д. И. Менделеев. Периодический закон химических элементов. М.—Л., 1934, с. 226.

Следует различать две формы проявления аналогии в познании: *ассоциативную* и *логическую* аналогии.

Ассоциативная аналогия проявляется в основном в психологических актах творчества. Она носит образный характер и играет большую роль в период первоначального зарождения новых научных идей. В ходе ассоциативной аналогии объединяются иногда весьма далекие по своей природе явления и предметы.

Например, образ структурной формулы бензола возник у Кекуле в результате ассоциации, о которой сам ученый писал следующее: «Я увидел клетку с обезьянами, которые ловили друг друга, то схватываясь между собой, то опять расцепляясь, и один раз схватились таким образом, что составили кольцо... Таким образом пять обезьян, схватившись, образовали круг, и у меня сразу же блеснула в голове мысль: вот изображение бензола»¹⁴.

Здесь наглядный образ, возникающий иногда совершенно случайно, как бы наталкивает мысль ученого на решение той или иной проблемы, над которой он долгое время работал. Иначе обстоит дело в том случае, когда ученый с определенной степенью вероятности судит о родстве тех или иных явлений на основе их параллельного изучения. При таком исследовании имеет место логическая аналогия. Как отмечал Ньютон, в природе следует выделять родственные явления, сопоставляя их и, насколько это возможно, выделяя однотипные причины в явлениях, аналогичных друг другу, таких, например, как «дыхание людей и животных, падение камней в Европе и в Америке, свет кухонного очага и солнца, отражение света на земле и на планетах»¹⁵.

Такое параллельное изучение и сравнение явлений позволяет быстрее проникнуть в их сущность. В частности, при изучении природы света были установлены такие явления, как дифракция и интерференция. Эти же свойства ранее были обнаружены у звука и вытекали из его волновой природы. На основе этого сходства Гюйгенс заключил, что и свет имеет волновую природу. Подобным же образом Луи де Бройль, предположив опеределенное сходство между частицами вещества и поля, пришел к заключению о волновой природе частиц вещества.

¹⁴ Цит. по кн.: Вопросы логики. М., 1957, с. 126.

¹⁵ И. Ньютон. Математические начала натуральной философии, т. II. Петроград, 1916, с. 120.

В этом случае аналогия тесно смыкается с операцией обобщения, ибо она сама строится здесь как предположение о каком-то общем признаке. Но роль аналогии, не исчерпывается в научном творчестве только зарождением новых идей и установлением общих свойств и причин явлений. Аналогия, кроме того, имеет большое значение в качестве иллюстрации, доказательства или объяснения тех или иных явлений. В этом случае мы специально подыскиваем какие-то прообразы изучаемых явлений, причем сами эти прообразы могут быть либо реальными ситуациями, призванными доказать или опровергнуть то или иное положение, либо искусственно конструируемыми ситуациями, которые помогают составить чувственно наглядные представления о ненаблюдаемых явлениях и тем самым помогают уяснить их сущность.

Например, опровергая старые птоломеевские представления о неподвижности Земли¹⁶, Галилей приводит основывающийся на реальных наблюдениях мысленный эксперимент, в котором сопоставляет движение Земли с движением корабля. Человек на корабле прыгает на одинаковые расстояния по направлению и против движения корабля, мухи летают в каюте корабля во все стороны с одинаковой скоростью. Камень же, брошенный с вершины мачты движущегося корабля, должен упасть у ее основания, если, конечно, на него не действовали никакие другие силы.

Эта аналогия призвана была доказать, что прямолинейное равномерное движение, с какой бы скоростью оно ни осуществлялось, не влияет на состояние тел.

Несмотря на широкое распространение аналогии в научном исследовании, не следует преувеличивать ее роль в познании и не видеть тех недостатков, которые она в себе заключает. В науке наряду с плодотворными догадками и предположениями, возникавшими как результат использования аналогии, имели место и заблуждения, которые долгое время мешали правильному развитию на-

¹⁶ Птоломей и его последователи, утверждали, что если бы Земля двигалась, то все тела оторвались бы от нее и в конце концов она сама «выпала бы из неба». В силу же вращательного движения Земли вокруг своей оси все тела на ней должны были бы двигаться на восток значительно медленнее, чем на запад, но так как ничего подобного не наблюдалось, то птоломеевцы заключили, что Земля должна оставаться неподвижной.

учной мысли. Так, в физике в XVII—XVIII вв. на основании аналогии между движением жидкости и теплота зародилась ложная идея о теплороде. В XVIII—XIX вв. на основании сходства некоторых признаков между Землей и Марсом было сделано неверное предположение о наличии разумной жизни на Марсе и т. д.

Умозаключения по аналогии, понимаемые предельно широко, как перенос информации об одних объектах на другие, составляют гносеологическую основу моделирования.

Моделирование — это изучение объекта (оригинала) путем создания и исследования его копии (модели), замещающей оригинал с определенных сторон, интересующих познание.

Модель всегда соответствует объекту — оригиналу — в тех свойствах, которые подлежат изучению, но в то же время отличается от него по ряду других признаков, что делает модель удобной для исследования интересующего нас объекта. Метод моделирования представляет собой универсальный прием познания, который использовался еще в глубокой древности, хотя и не осознавался в качестве особого метода исследования.

Например, древнеегипетские таблицы сложения чисел представляли собой абстрактную модель оперирования с реальными предметными совокупностями (кирпичами, собираемыми в кучу при кладке стен; овцами, объединяемыми в стадо; суммой монет и т. д.). Аналогичным образом в древней геометрии чертежи, обозначающие геометрическую фигуру, первоначально выступали как модель земельного участка, позволяющая вычислить его площадь. Но особое развитие и философское осмысление метод моделирования получил в современной науке в связи с развитием кибернетики и применением электронно-вычислительных машин.

Использование моделирования в научном познании диктуется необходимостью раскрыть такие стороны объектов, которые либо невозможно постигнуть путем непосредственного изучения, либо невыгодно изучать их таким образом из чисто экономических соображений. Человек, например, не может непосредственно наблюдать процесс естественного образования алмазов, зарождения и развития жизни на Земле, целый ряд явлений микро- и мегамира. Поэтому приходится прибегать к искусственному воспроизведению подобных явлений в форме, удоб-

ной для наблюдения и изучения. В ряде же случаев бывает гораздо выгоднее и экономичнее вместо непосредственного экспериментирования с объектом построить и изучить его копию.

Модели, применяемые в научном познании, можно разделить на два больших класса: материальные и идеальные¹⁷. Первые являются природными объектами, подчиняющимися в своем функционировании естественным законам. Вторые представляют собой идеальные образования, зафиксированные в соответствующей знаковой форме и функционирующие по законам логики мышления, отражающей мир.

Различают два основных вида материальных моделей: предметно-физические и предметно-математические, и два основных вида идеальных моделей: идеализированные модельные представления и знаковые модели¹⁸. Соответственно этому выделяют основные разновидности моделирования. Каждое из них применяется в зависимости от особенностей изучаемого объекта и характера познавательных задач.

Предметно-физическое моделирование широко используется как в научной практике, так и в сфере материального производства. К нему прибегают, когда проектируют новые типы гидротехнических сооружений, создают принципиально новые конструкции кораблей, самолетов и т. д. Например, прежде чем строить реальную плотину, испытывают ее уменьшенную физическую модель, позволяющую изучить работу будущей плотины в определенных режимах. Указанный вид моделирования широко используется и в практике научного исследования. К нему прибегают, когда воссоздают, скажем, обстановку невесомости, сверхвысоких или сверхнизких давлений, сверхвысоких или сверхнизких температур, состояние повышенной радиоактивности и т. д.

Предметно-физическое моделирование всегда предполагает, что модель должна быть сходна с оригиналом по физической природе и отличаться от него лишь численными значениями ряда параметров (линейными разме-

¹⁷ В. А. Штофф. Моделирование и философия. М.—Л., 1966, с. 23; Б. А. Глинский, Б. С. Грязнов, Б. С. Дынин, Е. П. Никитин. Моделирование как метод научного исследования. М., 1965, с. 71.

¹⁸ Там же, с. 72—109.

рами, величиной действующих сил, значением скоростей, ускорений и т. п.)¹⁹.

Но в практике научного исследования часто используется и такой вид моделирования, при котором модель строится из объектов иной физической природы, чем оригинал, но описывается одинаковой с ним системой математических зависимостей. В отличие от предметно-физического этот вид моделирования называют предметно-математическим. Предметная модель становится здесь объектом испытания и изучения, в результате которого создается ее математическое описание. Последнее затем переносится на моделируемый объект, характеризуя его структуру и функционирование. Изучая, например, механические колебания и получив систему уравнений этих колебаний, можно с их помощью описать электромагнитные колебания, используя одни колебания как модель других, и наоборот.

В развитой науке, особенно при переходе к теоретическим исследованиям, широко используется моделирование с применением идеальных моделей. Так, например, чтобы открыть законы колебания маятника, создают его особое теоретическое представление — идеальный математический маятник (материальная точка на невесомой, недеформируемой нити подвеса, толщиной которой можно пренебречь). Изучая свойства идеального маятника, находят закономерности, которым подчиняется поведение реальных маятников. Такой способ получения знаний об объектах может быть охарактеризован как моделирование посредством идеализированных представлений. Он является могучим орудием теоретического исследования. Активно используя модельные представления, научное исследование вместе с тем применяет и так называемое знаковое моделирование, которое основано на построении и испытании математических моделей некоторого класса явлений, без использования при этом вспомогательного физического объекта, который подвергается испытанию. Последнее отличает знаковую модель от предметно-математической.

Знаковое моделирование не следует смешивать просто с употреблением математики в науке. Функции математики в науке достаточно разнообразны. Одной из

¹⁹ Л. Б. Баженков. Кибернетика, ее предмет, методы и место в системе наук. В. кн.: Философия естествознания. М., 1966, с. 347.

таких функций и является возможность с помощью математических символов строить и испытывать различные знаковые модели определенных процессов. Если, например, построить систему уравнений, отражающих связь различных процессов на том или ином производстве, это и будет знаково-математическая модель данного производства. На этой знаковой модели может быть рассчитана программа работы предприятий в различных условиях и выбран наиболее оптимальный вариант.

Такой вид моделирования иногда называют также абстрактно-математическим. Он требует построения знаковой модели, представляющей некоторый объект, где отношения и свойства объекта представлены в виде знаков и их связей. Эта модель затем исследуется чисто логическими средствами, и новое знание возникает в результате дедуктивного развертывания модели без обращения к предметной области, на основании которой выросла данная знаковая модель.

С развитием кибернетики большое распространение в науке получило моделирование на электронно-вычислительных машинах (ЭВМ). Иногда его называют также *логико-кибернетическим* или *информационным моделированием*. Машина, работающая по специальной программе, может быть сопоставлена с некоторым реальным динамическим процессом (например, колебанием рыночных цен, ростом народонаселения, взлетом и выходом на орбиту искусственного спутника Земли, химической реакцией, протекающей под контролем экспериментатора и т. д.). Исследование каждого такого процесса заменяется изучением соответствующей логико-кибернетической (информационной) модели на ЭВМ. Моделирование на ЭВМ представляет собой своеобразный синтез предметно-математического и знакового моделирования. В частности, оно предполагает предварительное составление программы, которая носит черты знаковой модели будущей работы ЭВМ. Сами же расчеты, производимые ЭВМ и моделирующие некоторый изучаемый с ее помощью процесс, могут быть рассмотрены как предметно-математическое моделирование.

4. Эмпирическое и теоретическое исследование

Современная наука отличается от ранних этапов своего развития тем, что в целом она рассматривается как теоретическая система, включающая в качестве своих компонентов эмпирический базис и абстрактно-теоретические построения, которые соответственно формируются на разных уровнях научного исследования: эмпирическом и теоретическом.

Основное различие между этими уровнями познания заключается в том, что эмпирическое исследование, непосредственно соприкасаясь с объективной действительностью, отражает преимущественно явления и отношения между ними, а теоретическое, опираясь на данные эмпирического познания, раскрывает существенные стороны и закономерные связи явлений изучаемой действительности.

Оба уровня познания тесно связаны и взаимообуславливают друг друга. В развитой науке эти связи настолько сложны и многогранны, что представляется весьма трудным делом установить исходный момент познания: эмпирическое не только предшествует теоретическому, но и является завершающим этапом его; теория в свою очередь вытекает из эмпирии и в равной мере предопределяет ее. Лишь рассматривая науку как систему знания, где каждый из уровней выполняет определенную познавательную функцию и предполагает определенную систему методов своего построения, можно четко зафиксировать специфику рассматриваемых уровней исследования.

Понятие эмпирического знания употребляется и в широком и в узком значениях. В широком значении под эмпирическим понимается обыденное знание, которое накапливается в ходе развития человеческой практики. Люди, например, с древнейших времен занимались выращиванием злаков, разведением скота, обработкой металлов, мореходством и т. д. В процессе своей трудовой

деятельности они накапливали сведения о природных явлениях, свойствах некоторых материалов, способах их обработки, о перемещениях небесных тел. Эти знания и получили название эмпирических.

В современной же методологии эмпирическое исследование понимается более узко, как определенный этап получения научного знания, которое добывается на основе целенаправленного наблюдения и эксперимента.

Главной целью эмпирического познания является получение данных наблюдения и формирование фактов науки, на основе которых затем строится эмпирический базис научного знания и развивается система теоретических построений.

Таким образом, эмпирическое исследование осуществляется на базе практического оперирования с объектами, включает непосредственное наблюдение и первичную логическую обработку данных наблюдения. В результате всех этих процедур появляются научные факты. Важно помнить, что факты науки не являются результатом простого созерцания. Они — синтез чувственно-практических и логических операций. На исходной ступени эмпирического познания исследователь непосредственно проводит опыты, фиксирует результаты отдельных наблюдений, которые сами по себе еще не могут претендовать на статус фактов науки, так как содержат много случайных элементов и субъективных напластований. Для того чтобы получить научный факт, необходима логико-математическая обработка исходных данных.

В философской литературе существует множество различных определений научного факта. При всем различии имеющихся точек зрения можно все же выделить два основных подхода в этом вопросе. С одной стороны, о фактах говорят как о реальных явлениях, которые отражаются в сознании человека. С другой стороны, под фактом понимаются не явления реальной действительности, а высказывания ученых об этих явлениях, их описание. Иначе говоря, иногда факт понимается как онтологический феномен, а иногда — как логический.

Несмотря на казалось бы диаметрально противоположность этих двух подходов, между ними есть и глубокое внутреннее единство, они не столько противоречат, сколько дополняют друг друга; различие состоит лишь в том, что в первом случае большее внимание уделяется содержанию факта, а во втором — его форме. Но как

форма не может существовать без содержания, так и научный факт не может быть представлен ни как чисто онтологический, ни как чисто логический феномен, лишь в зависимости от целей исследования одной из этих сторон может быть уделено большее или меньшее внимание.

Так, выясняя процесс формирования факта науки, специалист, изучающий логику науки, обязательно должен обратиться к самой действительности и рассмотреть, как она преломляется в субъективном мире, в сознании ученого. Изучая же вопрос о месте факта в языке науки, в системе научного знания, он обращается к субъективной стороне факта, рассматривает его как высказывание и выясняет его функцию в качестве чисто логического феномена.

Творческая природа научного факта как раз и состоит в том, что ученый не просто пассивно отражает объективную действительность, а преломляет ее в своем сознании через призму имеющихся знаний, используя приемы логико-практических операций, которые сложились к определенному времени в науке.

Неспособность прежних философов выявить диалектическую природу научного факта, его зависимость, с одной стороны, от самой объективной действительности, а с другой — от исторической практики и уровня развития научного знания, породила две полярно противоположные трактовки этого элемента знания.

Представители метафизического материализма, не понимая роли практики в процессе познания, рассматривали фактическое знание как простое копирование объектов действительности, как пассивное созерцание. Идеалисты же, напротив, отстаивали действенную, творческую способность человеческого мышления, но извратили саму ее сущность, сведя к чисто субъективной деятельности человека. Такой подход наиболее ярко проявился в концепции субъективного идеализма. Фактическое знание в этом случае ставилось в полную зависимость от субъективного произвола исследователя.

Коренное отличие марксистской теории познания состоит в том, что она включает практику, понимаемую как материальный процесс взаимодействия человека с природой, «внутри» познавательного процесса. «Человек идет к объективной истине,— отмечал В. И. Ленин,— через «практику» (и технику)»¹. Объективность познания мира,

¹ В. И. Ленин. Поли. собр. соч., т. 29, с. 183.

согласно ленинской теории отражения, обеспечивается не тем, что субъект пассивно созерцает внешнюю действительность, а тем, что он активно преобразовывает ее в своей практической деятельности.

Разрозненные данные, полученные на первой стадии эмпирического исследования в ходе наблюдения за объектом, сами по себе не являются еще фактами науки. В них могут содержаться ошибки, связанные с некорректной постановкой опытов, показаниями приборов, отклонением в работе органов чувств и т. д. Для того чтобы эти наблюдения получили статус научных фактов, их необходимо очистить от различного рода случайных и субъективных наслоений, выделить то, что характеризует само объективное явление. Интересно, что процесс очищения, нередко сложный и трудный, осуществляется с помощью самих же познавательных средств.

Диалектика процесса познания на эмпирическом уровне проявляется в том, что исследователь, подвергая рациональной обработке данные наблюдений, как бы привносит в них субъективный момент, свои знания, опыт, навыки, умение правильно владеть средствами логической и математической обработки материала, только за счет этого достигается очищение данных наблюдения от субъективного и случайного и достигается максимально объективное познание явлений. Вне своей логико-практической деятельности человек не может получить объективного знания о мире.

Таким образом, научный факт представляет собой не отдельно взятое наблюдение, а инвариант многих наблюдений. Достаточно вспомнить историю установления таких фактов науки, как наличие условных рефлексов у животных, процесс естественного отбора, наличие поясов радиации вокруг Земли и т. д., чтобы убедиться в том, что они являются результатом не одноразового наблюдения, а представляют общий усредненный итог громадного множества различных наблюдений.

Добывая факты в процессе эмпирического познания, исследователь имеет дело с самой природой, но он расчленяет ее единое целое на отдельные фрагменты. Это могут быть сведения о существовании отдельных *предметов* («в космосе существуют квазары»), об их *свойствах* («энергия излучения некоторых квазаров превышает энергию излучения целых галактик») или *отношениях* («расстояние от Земли до квазаров может быть порядка

10 миллиардов световых лет»). В самой же природе предмета, их свойства и отношения существуют в неразрывной связи друг с другом. Поэтому, формируя факты, мы расчлняем действительность и в какой-то мере огрубляем ее. Такое огрубление является неизбежным следствием познавательного процесса, поэтому отдельно взятый факт еще мало что говорит о действительности и лишь их система дает картину явлений изучаемой действительности.

С формированием фактов науки не заканчивается эмпирическое исследование. Следующая его стадия заключается в том, чтобы полученные факты подвергнуть дальнейшей рациональной обработке: систематизации, классификации и обобщению, и на этой базе выявить определенные эмпирические зависимости, установить эмпирические закономерности (типа закона Архимеда, закона Гука, закона Дальтона и т. д.).

В целом эмпирический уровень исследования складывается из следующих шагов: 1) подготовка эмпирического исследования; 2) получение исходных данных, 3) формирование фактов науки; 4) первичная рациональная обработка научных фактов с целью установления эмпирических зависимостей.

Таким образом, в процессе эмпирического исследования тесно переплетаются теоретическая и практическая деятельность человека, чувственные и рациональные моменты познания.

Когда факты собраны и систематизированы, они образуют эмпирический базис, на котором возвышается теоретическое здание науки. Что же такое теория и какова ее роль в системе научного знания?

Отвечая на этот вопрос, предварительно проведем терминологические уточнения. Дело в том, что термин «теория» («теоретическое») используется в двух весьма отличных друг от друга значениях. В широком смысле слова под «теоретическим» понимается познавательная деятельность вообще. В этом смысле «теория» часто сопоставляется с практической деятельностью человека. Здесь обычно говорят о соотношении теории и практики, теоретической и практической деятельности человека. В более узком значении под теорией понимается не вся познавательная деятельность человека, а лишь высшие этажи ее, где концентрируется знание о наиболее существенных и фундаментальных свойствах действительности,

и также раскрываются основные закономерности окружающей нас действительности.

В этом значении и рассматривается обычно теория в современной методологии, которая стремится раскрыть сущность и логическую структуру теоретического знания, пути построения его и соотношение с эмпирическим базисом.

Современная наука представляет собой *систему* различных теорий, на основе которых удается построить объяснение эмпирических фактов и вывести предсказание новых. Физика, например, включает в себя теорию относительности, квантовую теорию, теорию элементарных частиц и т. д. Имеются свои теории в химии (молекулярная, электронная, химического строения и т. д.), в геологии (общая теория происхождения и видоизменения земной коры, теории происхождения нефти, угля, газа и т. д.), в биологии (теории эволюции, наследственности).

Ввиду чрезвычайно большого различия между теориями по их предмету, средствам построения и степени абстрактности представляется весьма трудным делом дать какое-то общее определение, которое бы одинаково хорошо схватывало основные признаки любой теории. Выход из этого затруднения может быть лишь один — определяя сущность теории, ориентироваться на наиболее развитые теоретические системы, построение которых в определенном отношении выступает как идеал, к которому должно стремиться всякое научное знание. В точном естествознании чаще всего в качестве образца теоретических знаний берутся теории физики, потому что в ней наиболее успешно используются математические средства анализа, а с другой стороны, в физике наиболее ярко выражен слой эмпирического знания, что дает ей определенные преимущества по сравнению с чисто математическими теориями, где затруднено изучение тех функций теоретического знания, которые связаны с его отношением к эмпирии.

Определяя теорию, можно сказать, что это органически целостная непротиворечивая система взглядов, идей и представлений, в обобщенной форме раскрывающая существенные свойства и закономерные связи объективной действительности, на основе которых достигается объяснение и предсказание явлений.

Следует иметь в виду, что теория, будучи тесно связанной с эмпирическим базисом, имеет свою собственную

логику развития. В целом теоретическое знание обладает дедуктивной структурой, где можно выделить некоторые общие понятия, принципы и гипотезы, составляющие теоретический базис и систему вытекающих из этого базиса следствий.

Отличительной особенностью развитых теорий является использование математического формализма, реализующегося в аксиоматизации и формализации теорий, построении математических моделей и математических гипотез. Использование математического аппарата является мощным средством современного научного познания. Однако было бы неправильно сводить построение теории только к разворачиванию математического формализма.

Такой подход схватывает чисто внешние аспекты построения теории, не позволяет выявить различные уровни ее структурной организации, затушевывает роль содержательных рассуждений и других неформальных средств в структуре теоретического знания.

Теоретическое знание имеет сложную структуру, формально-математическая часть представляет лишь одну из сторон теории, но не всю теорию. Кроме этой части, теория включает в себя особую идеализированную модель действительности, оперирование которой осуществляется в форме мысленного эксперимента. Элементами, из которых она состоит, являются так называемые абстрактные объекты, связи и отношения которых образуют данную модель. Наличие таких объектов, замещающих в познании реальные вещи, их свойства и отношения, является характерной особенностью теоретического знания².

Теоретический язык описывает отношения абстрактных объектов теоретической модели, которая так или иначе связана с наблюдаемой реальностью. Благодаря этой связи теоретические высказывания обретают объективный смысл.

Данное положение легко можно проиллюстрировать на конкретном примере. Рассмотрим положение теоретической механики: «материальная точка движется в

² Ниже излагаются результаты анализа структуры теории, подробное рассмотрение которых можно найти в работах: В. С. Степин, А. М. Томильчик. Практическая природа познания и методологические проблемы современной физики. Минск, 1970; В. С. Степин. К проблеме структуры и генезиса научной теории. В кн.: Философия, методология, наука. М., 1972.

центрально-симметричном поле». В самой действительности его содержание может быть отождествлено с ситуацией движения Земли или какой-либо другой планеты вокруг Солнца. Но для того, чтобы описать в указанных терминах эту ситуацию, необходимо предварительно произвести следующие операции: во-первых, размеры обоих тел свести к нулю, сохраняя неизменными их массы; во-вторых, массу центрального тела (в данном случае Солнца) считать бесконечно большой.

Нетрудно видеть, что объекты, полученные в результате этих операций, представляют собой идеализацию и не существуют в объективной действительности (в природе нет тел, лишенных размеров, равно как нет и тел с бесконечно большой массой). Однако их отношения, описываемые в языке теории, дают возможность объяснить реальное вращение планет вокруг Солнца. Отношения абстрактных объектов «материальная точка» и «центрально-симметричное поле» образует модель реальной ситуации, в которой интересующий исследователя аспект взаимодействия тел представлен в чистом виде. Такая модель, конечно же, упрощает и огрубляет реальное взаимодействие: мы пренебрегаем вращением Земли и Солнца вокруг своей оси, размерами этих тел, абстрагируемся от бесконечного множества других признаков (например, способности Солнца излучать, а Земли — поглощать и отражать излучение, наличие у Солнца и Земли определенного химического состава, от строения каждого из этих небесных тел и т. д.). Но за счет такого упрощения реальных взаимодействий природы исследователь выделяет существенные характеристики механического движения тела в поле сил, создаваемом другим телом, намного большей массы, чем первое. Эта сущность как раз и представлена в теоретическом знании в форме модели.

Изучая свойства такой модели, исследователь получает соответствующий закон. В нашем случае это будет формула, характеризующая закон движения тел в центрально-симметричном поле. Эта формула выступает как математическая запись, выражающая в языке математики связи между абстрактными объектами, образующими модель.

Все теоретические утверждения классической механики непосредственно говорят о связях, свойствах и отношениях абстрактных объектов, таких, как «материальная точка», «сила», «абсолютное пространство», «абсо-

лутное время» и т. д., которые сами по себе не могут существовать в качестве реальных объектов. Но поскольку им можно поставить в соответствие некоторые фрагменты действительности, выделенные человеческой практикой, постольку высказывания механики, обладая определенной всеобщностью, описывают эти фрагменты. Характерно, что видоизменяя или элиминируя хотя бы один из фундаментальных абстрактных объектов механики, мы сразу же видоизменяем всю теорию. Так, например, если исключить из механики такой объект, как «материальная точка», то механика будет разрушена. Если же вместо абстрактного объекта «сила» ввести новый объект, например, «энергию», то вместо ньютоновской механики мы получим другую теоретическую конструкцию — механику Гамильтона; а исключая «энергию» и «силу» из состава фундаментальных абстрактных объектов, приходим к основным принципам механики Герца, которая также является иной, чем ньютоновская механика, теоретической конструкцией, описывающей механическое движение.

Таким образом, в основании сложившейся теории всегда можно обнаружить взаимосогласованную сеть абстрактных объектов, определяющих специфику данной теории. Эту сеть можно было бы назвать фундаментальной теоретической схемой. Она представляет собой абстрактную идеализированную модель действительности, изучаемой в рамках теории.

Кроме указанной модели, внутри развитой теории можно выделить и другие подсистемы абстрактных объектов. Так, при рассмотрении структуры теоретической механики можно выделить несколько относительно независимых «блоков»: механику малых колебаний точки, теорию движения в поле центральных сил, механику твердого тела и т. д. Каждый из таких блоков образован системой высказываний, вводящих некоторую совокупность своих специфических абстрактных объектов: например, «период колебания», «амплитуда» — в механике малых колебаний, «относительный вращающий момент», «мгновенная ось вращения», «главный момент энергии» — в механике твердого тела и т. д.

Поэтому можно сказать, что в содержании развитой теории, кроме ее фундаментальной схемы, можно выделить еще один слой организации абстрактных объектов, слой частных теоретических схем.

Таким образом, если рассматривать научную теорию в аспекте внутренних смысловых связей ее терминов и высказываний, то мы наталкиваемся на весьма сложную организацию содержания теоретических знаний. Здесь нет линейной цепочки абстрактных объектов, последовательно конструируемых один из другого. Скорее можно говорить о некоторых узловых системах таких объектов, вокруг которых формируются непосредственно относящиеся к ним «дочерние» конструкты. Своеобразным каркасом, сцепляющим все эти элементы в единую организацию, служат фундаментальные теоретические схемы, вокруг которых формируются частные схемы, входящие в состав научной теории.

Итак, развертывание теории может осуществляться по меньшей мере двумя способами: 1) путем формальных операций со знаками теоретического языка (например, операций с физическими величинами по правилам математики) и 2) путем исследования методом мысленного эксперимента корреляций объектов, объединенных в теоретические схемы.

В первом случае не обращают внимания на смысл знаков и оперируют с ними по некоторым правилам, образующим синтаксис принятого теоретического языка. Например, при использовании математического формализма в физике соответствующие символы и связи между ними воспринимаются в чисто математическом смысле как операции над математическими объектами, тогда как физический смысл данных терминов при этом не эксплицируется. При втором подходе обязательно эксплицируют содержание соответствующих знаковых выражений и вводят представления об абстрактных объектах, раскрывающих систему некоторых связей и отношений. Развертывание знаний здесь осуществляется путем мысленного эксперимента с абстрактными объектами, исследование связей которых позволяет образовать новые абстракции и тем самым продвинуться в плоскости теоретического содержания, не обращаясь к приемам формализованного мышления.

Взаимосвязь двух способов построения теории означает, что исследователь время от времени корректирует движение в математическом формализме содержательными операциями с абстрактными объектами, а затем вновь переходит к формальному способу оперирования с данными объектами, исследуя их связи за счет преобра-

зования знаков математического языка в соответствии с его синтаксическими нормами.

Выбор исходных абстрактных объектов теории и установление их связей определяется не только характером экспериментов и наблюдений, но и принятой исследователем картиной мира.

Картина мира задает общие представления о структуре действительности, которая с разных сторон может изучаться в целом наборе конкретных теорий. Частично представления картины мира входят в состав каждой из них, но в целом она не сводится ни к одной из указанных теорий, а выступает как синтетическое и весьма обобщенное представление о природе, опирающееся на конкретные теории. Смена картин мира меняет представления о структуре объектов природы, которые подлежат изучению в той или иной отрасли науки. Соответственно этому перестраиваются уже сложившиеся теории, образующие данную отрасль знания.

Так, отказ от представлений об абсолютном пространстве — времени в физической картине мира, произошедший под влиянием специальной теории относительности, привел к перестройке электродинамики Максвелла — Лоренца в электродинамику Эйнштейна — Лоренца, механики в релятивистскую механику, классической термодинамики в релятивистскую механику, классической термодинамики в релятивистскую термодинамику. В процессе создания новых научных теорий картина мира задает своеобразную программу исследований, которая уточняется по мере возникновения все новых и новых теорий.

Общие представления о структуре действительности, введенные в картину мира, указывают, какие области науки имеют сходные предметы исследования. Так возникает «подсказка», откуда черпать «строительный материал» для построения гипотетических моделей, которые должны быть превращены в теорию. Представления о физической реальности как о взаимодействиях точечных масс, подчиняющихся принципу дальнего действия, предопределяли особенности и характер сочленения, абстрактных объектов, вводимых в электродинамике Ампера и Вебера. Построенные из этих объектов теоретические схемы изображали электромагнитные процессы как взаимодействия точечных зарядов (дифференциально малых токов) и магнитных полюсов, воздействующих друг на друга путем мгновенной передачи силы.

Принципиально иная картина физической реальности была использована при создании электродинамики Максвелла. Она базировалась на принципе близкодействия и представлениях о полях сил, что предопределило выбор и качестве исходного материала для построения ее первых гипотетических моделей абстрактных объектов механики сплошных сред (а не «механики точек»).

Влияние картины мира на формирование абстрактных объектов, образующих теоретические схемы, осуществляется двумя путями. В простейших случаях построение теоретических схем осуществляется путем переноса содержательно понятых терминов из одной теории в другую. В развитой же теории такие операции протекают как перенесение математических средств из уже сложившихся теорий в новую область исследований и преобразование исходных уравнений.

Поскольку математические выражения представляют собой особый тип физических высказываний, смысл которых соответствует отношениям абстрактных объектов той или иной теории, то, изменяя исходные уравнения, физик производит в наиболее удобной форме мысленный эксперимент над этими объектами, заимствуя их из различных областей физического знания и «погружая» их в новую систему связей и отношений. Тем самым операции в плоскости математики как бы готовят те или иные варианты гипотетических моделей, которые проверяются опытом и превращаются в теоретические схемы описания реальности. Но и в случае содержательного и в случае формально-математического движения картина мира указывает математические средства и понятия, которые используются в качестве исходного теоретического материала при построении фундамента научной теории.

Сложившаяся теория включает множество элементов. Как мы уже видели, в ее состав входит теоретическая схема, образованная из абстрактных объектов и их связей, и математический аппарат, интерпретируемый посредством данной схемы. Кроме того, теоретическая схема связывается посредством особых правил с эмпирическим базисом, на который опирается теория. Наконец, имеется связь теоретической схемы с картиной мира, на которую она проецируется. Все эти компоненты образуют структуру теории. Они фиксируются в особых языковых средствах: имеются высказывания, описывающие теоретическую схему, выражения, образующие матема-

тический аппарат; в состав теории входят также описания правил связи абстрактных объектов теоретической схемы с реальными объектами опыта и выражения, характеризующие указанные абстрактные объекты в терминах картины мира. Вся эта совокупность высказываний, связанных между собой, образует язык сложившейся теории.

Теория создается с целью объяснения какого-то класса явлений. Будучи построенной, она одновременно выступает и в функции объяснения, и в функции предсказания. Чем больше явлений и процессов может объяснить и предсказать теория, тем богаче она по своему содержанию.

Объяснение является одной из важнейших задач научного знания. Именно в процессе объяснения раскрываются существенные стороны и отношения предметов, устанавливается внутренняя причинная взаимосвязь явлений и их закономерная обусловленность.

Объяснить явление — это значит установить его фундаментальные свойства и отношения, основную причинную обусловленность, выявить общие законы, которым оно подчиняется.

Объективной предпосылкой объяснения является всеобщая связь и взаимообусловленность явлений объективной действительности. Установление этой связи и взаимообусловленности является основной гносеологической функцией объяснения. Объясняя, мы расчленяем объекты на составляющие их части, а затем, опираясь на общие закономерности данного класса объектов, синтезируем эти части, выясняя внутреннюю связь и обусловленность элементов в системе целого. В «Диалектике природы» Ф. Энгельс пишет: «Объяснить... свойства, привести их во внутреннюю связь между собой как раз и является задачей науки»³.

С логической точки зрения объяснение представляет включение исследуемых объектов в систему теоретического знания, подведение их под общие положения и принципы науки, на основе чего достигается наиболее полное и глубокое понимание этих объектов.

Построение теории как попытки дать объяснение изучаемых явлений не означает завершение научного поиска (хотя и олицетворяет определенный этап развития науки). Ученые на базе имеющихся знаний всегда стре-

³ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 548.

мятся предсказать существование новых явлений. Эту задачу выполняет научное предсказание (предвидение).

Сущность предсказания состоит в том, что с его помощью удается предвосхитить ход и развитие событий или дать описание таких явлений, с которыми еще не сталкивались наука и практика.

Логической основой предсказания является наличие определенной теории, раскрывающей общие закономерности, на базе которых можно дедуцировать следствия, описывающие новые области действительности.

Объяснение и предсказание тесно связаны друг с другом. Объясняя, например, аномалии в движении Урана, Леверье предсказал существование новой планеты — Нептун. Установив периодический закон, Менделеев предсказал существование новых элементов. Пытаясь объяснить некоторые явления, происходящие при взаимодействии микрообъектов, Дирак предсказал существование позитрона, а Паули — нейтрино и т. д. Гениальность многих предсказаний К. Маркса также определяется тем, что ему с естественнонаучной точностью удалось объяснить сущность капиталистического производства.

Таким образом, основной целью научной теории является установление общих закономерностей и объяснение на их основе непонятных явлений. Основной же функцией сформировавшихся теорией является объяснение и предсказание новых явлений.

В ходе своего развития теория всегда стремится охватить как можно больше фактов. До тех пор, пока эти факты относятся к той предметной области, основные законы которой отображены в теории, теория ассимилирует эти факты и успешно развивается. Но в своем развитии теория может столкнуться и с такими фактами, которые будут требовать для своего объяснения принципиально новых теоретических представлений. Подобное явление означает, что научное исследование столкнулось с принципиально новым типом объектов, природа которых не поддается описанию с позиций существующих теорий.

Так как исследователь заранее не знает, что имеет дело с принципиально новым по своей природе объектом, то вполне понятно, что его первые попытки теоретического осмысления таких объектов, будут состоять в том, чтобы ассимилировать их в рамках существующих теорий, несмотря даже на то, что это вызывает определенные

логические затруднения — теория чрезмерно разбухает за счет введения дополнительных принципов, ее математический аппарат становится чрезвычайно громоздким.

Это осуществляется до тех пор, пока в теории не возникают логические противоречия. Их наличие свидетельствует о том, что познание столкнулось с объектами, которые требуют принципиально новых теоретических представлений. Примерами таких противоречий могут служить хотя бы парадоксы в классической электродинамике, связанные с принятием эфира как абсолютной системы отсчета, или обнаруженные в конце XIX в. парадоксы излучения абсолютно черного тела и т. д.

Устранение подобных парадоксов приводит к качественным скачкам в развитии научного знания — зарождению новых теоретических систем. В частности, таким путем в физике возникли, например, специальная теория относительности и квантовая теория излучения.

Построению новой теории всегда предшествует постановка научной проблемы. Проблема акцентирует внимание исследователя на парадоксах прежних теорий, требуя их разрешения. Она служит своеобразным промежуточным звеном между прошлым и будущим знанием, и ее постановка является исходным пунктом зарождения и развития теории. Чтобы решить научную проблему, необходимо по-новому рассмотреть эмпирические факты. Новый способ их рассмотрения приводит к выдвижению гипотез, которые являются предварительной формой построения теоретического знания.

Гипотеза — это предположение о явлениях действительности, их фундаментальных свойствах и развитии, это предположительное объяснение новых явлений, строящееся на основе ограниченного числа эмпирических данных.

Ввиду того, что гипотеза носит вероятностный характер, она нуждается в логическом обосновании и эмпирическом подтверждении. Проверка осуществляется не путем непосредственного сопоставления гипотезы с эмпирическим материалом, а методом выведения целого ряда промежуточных гипотез, из которых непосредственно выводятся следствия, сопоставимые с эмпирической действительностью. В процессе этого обоснования гипотезы уточняются, перестраиваются или полностью отбрасываются. Как отмечал Ф. Энгельс, «наблюдение открывает какой-нибудь новый факт, делающий невозможным преж-

ний способ объяснения фактов, относящихся к той же самой группе. С этого момента возникает потребность в новых способах объяснения, опирающаяся сперва только на ограниченное количество фактов и наблюдений. Дальнейший опытный материал приводит к очищению этих гипотез, устраняет одни из них, исправляет другие, пока, наконец, не будет установлен в чистом виде закон»⁴.

Изучая, например, свойства катодных лучей, У. Крук высказал гипотезу о природе этих лучей, ассоциировав их с потоком молекул остаточного газа, что, однако, не подтвердилось на практике. Д. Томсон, значительно усовершенствовавший методику эксперимента и предложивший новый способ измерения отношения величины заряда к массе частицы, выдвинул новую гипотезу, предположив существование особо мелких корпускул-электронов, намного меньших, чем сам атом, которые под действием различных агентов (тепла, света, электрического тока и т. д.) могут отрываться от атома и покидать его. Несмотря на то, казалось бы абсурдный характер этой гипотезы, полностью расхолившейся с устоявшимися воззрениями о неделимости атома, она постепенно была принята в науке, подтверждена большим количеством эмпирических данных и легла в основу современных представлений о структуре материи.

Гипотезы чаще всего возникают как попытка объяснить новые эмпирические факты, не согласующиеся с созданными теориями. Но они могут выдвигаться и из «внутритеоретических» соображений, например, из стремления усовершенствовать математический аппарат, обобщить его, найти его непротиворечивую интерпретацию. Такие гипотезы также могут быть плодотворными и приводить к открытию новых объектов.

Например, английский физик Дирак на основании общих представлений теории относительности и квантовой механики вывел систему уравнений, из которой следовало наличие у электрона спина и магнитного момента, что блестяще подтверждалось опытными данными. Но некоторые следствия из этих уравнений предполагали существование электрона с отрицательной энергией, что было крайне необычно с позиций уже принятых в физике представлений. Решить эту проблему можно было либо отбросив всю систему уравнений, либо же предпо-

⁴ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 555.

ложить существование какой-то «странной» частицы. Дирак пошел по второму пути, выдвинув гипотезу о существовании положительно заряженного электрона (позитрона), и предсказал условия его возникновения. Гипотеза эта оказалась плодотворной и была подтверждена экспериментально в 1932 г.

Гипотетическую стадию формирования прошли все современные научные теории физики, химии, биологии и других конкретных наук.

Не все гипотезы ведут к новому открытию. Но и те из них, которые не получают эмпирического подтверждения и погибают, имеют определенное положительное значение, так как раскрывают тупиковые ветви на пути научного поиска и своей гибелью указывают выход на верную дорогу достижения объективной истины.

Итак, мы рассмотрели характерные черты и основные формы двух уровней научного познания. Каждый из этих уровней имеет свои познавательные задачи, а поэтому формирует и специальные методы решения этих задач.

Специфика эмпирического и теоретического уровней во многом определяется тем, что они используют внутри себя особые приемы и методы исследования.

5. Методы эмпирического исследования

§ 1. Наблюдение

Одним из важнейших методов эмпирического познания является метод наблюдения. *Наблюдение* представляет собой целенаправленное восприятие явлений объективной действительности, в ходе которого мы получаем знание о внешних сторонах, свойствах и отношениях изучаемых объектов.

Процесс научного наблюдения является не пассивным созерцанием мира, а особым видом деятельностью, которая включает в качестве элементов самого наблюдателя, объект наблюдения и средства наблюдения. К последним относятся приборы и материальный носитель, с помощью которого передается информация от объекта к наблюдателю.

В качестве такого носителя могут выступать: видимый солнечный свет, инфракрасные и ультрафиолетовые лучи, радиоволны, рентгеновские и гамма-лучи, потоки элементарных частиц и любые другие энергетические процессы, передающие информацию о свойствах предметов.

Приборы присущи главным образом развитым формам наблюдения. Соответственно функциям, которые они выполняют в наблюдении, можно выделить два класса приборных устройств. Во-первых, приборы, которые выступают как продолжение и усиление органов чувств человека (например, телескопы, микроскопы и др.). Во-вторых, приборы, используемые в качестве орудий воздействия на объект (например, ускорители элементарных частиц, дистилляторы и т. д.). Применение приборов второго типа характеризует особый вид наблюдения — наблюдение в процессе эксперимента.

Изменение характера приборов существенным образом влияет на формирование эмпирического базиса науки. Изобретение, например, электронного микроскопа отрыло новую эру в исследовании клеточных органелл,

сделав возможным наблюдение новых деталей внутриклеточного строения вплоть до общих очертаний крупных белковых молекул; с изобретением радиотелескопов появилось целое направление в наблюдательной астрономии — радиоастрономия, позволившая зафиксировать многие ранее не наблюдавшиеся звезды и галактики, а также открыть новые типы звезд — пульсары. Уже из этих примеров видно, что совершенствование средств наблюдения в значительной степени расширяет круг объектов, доступных эмпирическому исследованию.

Характер наблюдения зависит не только от применяющихся средств и специфики объекта, но и от ряда субъективных факторов. Рассматривая наблюдение как особый вид познавательной деятельности, мы сразу же сталкиваемся с его важнейшими признаками: активностью и целенаправленным, избирательным характером наблюдения.

Уровень активности и состояние наблюдателя — нормальное функционирование его органов чувств, наблюдательность, целеустремленность, убежденность в возможности отыскания того или иного объекта и т. д., являясь психологическими факторами наблюдения, оказывают существенное влияние на его результаты. Отмечая некоторые из своих качеств, которые способствовали становлению его как ученого, Ч. Дарвин немалую роль отводил именно способности наблюдения. «Благоприятным для меня.... обстоятельством,— писал он,— является то, что я превосхожу людей среднего уровня в способности замечать вещи, легко ускользающие от внимания, и подвергать их тщательному наблюдению. Усердие, проявленное мною в наблюдении и собирании фактов, было столь велико, каким только оно вообще могло бы быть».¹

Другой важнейшей особенностью наблюдения является его целенаправленный характер. Эта целенаправленность обусловлена наличием предварительных идей и гипотез, которые ставят задачи наблюдению. Достаточно поставить вопрос, почему Ч. Дарвин наблюдал определенный, специфический круг явлений, почему он замечал то, что оставалось не замеченным другими, чтобы понять, что в основе всех его наблюдений лежала какая-то общая идея, какие-то исходные, первичные знания,

¹ Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера (автобиография). М., 1957, с. 149—150.

которые предшествовали наблюдению и предопределяли его шаги. Так, в своих воспоминаниях он воссоздает процесс написания «Происхождения человека», где прямо указывает на то, как общая идея предшествовала накоплению эмпирического материала. «Мой труд «Происхождение человека»,— пишет он,— был опубликован в 1871 г. Как только я пришел к убеждению, в 1837 или 1838 г., что виды представляют собой продукт изменения, я не мог уклониться от мысли, что и человек должен был произойти в силу того же закона. В соответствии с этим я стал собирать заметки по этому вопросу»².

Научное наблюдение в отличие от обычного созерцания всегда оплодотворено той или иной научной идеей, опосредуется теоретическим знанием, которое показывает, что наблюдать и как наблюдать. Иначе говоря, теоретическая установка, направляющая идея служат как бы лучом прожектора, в свете которого осуществляется научный поиск и строится научное наблюдение.

Процесс наблюдения диалектически противоречив. С одной стороны, наблюдение представляется как совершенно достоверное знание, а с другой стороны, это объективное знание оказывается отягощенным субъективными напластованиями, связанными с состоянием самого наблюдателя.

Каждый из нас знает, например, что можно не заметить довольно грубых опечаток в том или ином тексте; несколько свидетелей дают иногда совершенно различные показания об одном и том же событии (не зря у следователей бытует поговорка: «врет, как очевидец»). Даже если отвлечься от сознательного извращения фактов действительности и рассматривать естественное желание ученых быть вполне объективными, то и в этом случае можно столкнуться с серьезными искажениями действительности, ибо иногда мы хотим увидеть то, что в действительности отсутствует, или же, наоборот, не замечаем того, что лежит буквально перед нашими глазами.

В свое время Ф. Бэкон, разрабатывая программу усовершенствования научного познания, указывал на необходимость очистить сознание человека от предвзятых идей. Эти идеи, или как он их называл «идолы», возни-

² Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера (автобиография), с. 140—141.

кают в результате некритического отношения людей к своей природе, авторитету древних писаний или чужому мнению и искажают правильное восприятие окружающей действительности.

История науки дает много ярких примеров, свидетельствующих о пагубном влиянии предвзятых идей на характер научного наблюдения. В этой связи можно вспомнить трагикомическую историю, связанную с открытием в 1903 г. французским профессором Блондло так называемых *N*-лучей, которое было впоследствии оценено как «величайшее научное заблуждение эпохи».

После открытия Рентгеном *X*-лучей среди физиков стало весьма популярным искать различного рода таинственные излучения. Эта идея настолько увлекла Блондло, что ему удалось «открыть» то, чего в действительности не существовало: он объявил об открытии им *N*-лучей. Эти лучи, по мнению Блондло, спонтанно излучались многими металлами и намного превосходили свойства рентгеновских лучей, усиливая возможности человеческого зрения. По поводу этих лучей было напечатано более сотни статей в солидном научном журнале Франции, сам Блондло получил от Французской Академии крупную премию и был удостоен золотой медали.

Одно лишь было странным: излучение наблюдали только французы, ученые же других стран не могли получить положительных результатов. Вот тогда-то и понадобилось искусство известного американского физика-экспериментатора Роберта Вуда, который сумел развеять миф этого «гениального» открытия.

Вот как описывает эту ситуацию со слов самого Вуда писатель В. Сибрук: «Я посетил Нанси и встретился с Блондло, по его приглашению... Сперва он показал мне лист картона, на котором было нарисовано светящейся краской несколько кругов. Он пригасил газовое освещение и просил меня обратить внимание на увеличение интенсивности их свечения, после того, как на них направляли *N*-лучи. Я сказал, что ничего не замечаю. Он ответил, что мои глаза недостаточно чувствительны, и это ничего не доказывает. Я спросил его, можно ли мне ставить и убирать на пути лучей непрозрачный свинцовый экран, в то время как он наблюдает флуктуации на экране. Он ошибался почти на 100 процентов, и говорил, что интенсивность меняется, когда я ничего не двигал, и это уже доказывало кое-что, но я держал язык за зубами.

Затем он показал мне слабо освещенные часы на стене и пытался убедить меня, что он может различать их стрелки, если держит над глазами большой плоский напильник. Я спросил его, можно ли мне подержать напильник у него над глазами, так как я заметил на его столе плоскую деревянную линейку, и вспомнил, что дерево было как раз одним из немногих веществ, которые никогда не излучали *N*-лучи. Он согласился. Я нащупал в темноте линейку и держал ее перед его лицом. О, да — он прекрасно видел стрелки. Это тоже кое-что мне доказало.

Но решительная и главная проверка была еще впереди. В сопровождении его ассистента, который уже бросал на меня довольно враждебные взгляды, мы прошли в комнату, где стоял спектроскоп с алюминиевой призмой и линзами. Вместо окуляра, этот прибор имел вертикальную нить, окрашенную светящейся краской, которую можно было передвигать вдоль той области, где предполагалось на-

личие спектра *N*-лучей, поворачивая круг с градуировкой по краю...

Блондло сел перед прибором и стал медленно вращать круг. Предполагалось, что нить, пересекая невидимые линии спектра *N*-лучей, начинает ярче светиться. Он читал мне деления шкалы для ряда линий, читая их при свете слабого фотографического красного фонаря. Этот опыт убеждал некоторых скептических посетителей, так как он повторял свои измерения в их присутствии и всегда получал те же числа. Он утверждал, что смещение нити на 0,1 мм было уже достаточно, чтобы ее яркость изменилась. Когда я сказал, что это невероятно, так как щель спектроскопа имела ширину 2 миллиметра, он ответил, что это — одно из необъяснимых свойств *N*-лучей. Я попросил его повторить измерение, потянулся в темноте и снял со спектроскопа алюминиевую призму. Он стал кружить круг, отсчитывая опять те же числа. Прежде чем включили свет, я поставил призму на место. Блондло сказал своему ассистенту, что его глаза устали. Ассистент стал уже вполне очевидно подозрительным и просил Блондло дать ему самому повторить опыт для меня. Прежде, чем он потушил свет, я заметил, что он очень точно поставил призму на ее маленькую подставку, углами как раз на краю металлического диска. Как только свет погас, я двинулся по направлению к прибору, сделал шаг с некоторым шумом — но ничего не тронул. Ассистент начал вращать круг и вдруг сказал Блондло быстро по-французски: «Я ничего не вижу. Спектра нет. Я думаю, что американец что-нибудь сдвинул» — после чего сразу же зажег свет и внимательно осмотрел призму. Он уставился на меня, но я не выдавал своих мыслей. Этим сеанс окончился, и я сел в вечерний поезд и отправился в Париж.

На следующее утро я послал письмо в «Nature». Журнал подробно изложил мои наблюдения... «La Revue Scientifique», французский полупопулярный научный журнал опубликовал перевод моего письма и начал анкету, прося французских ученых высказать свое мнение о реальности *N*-лучей... Наиболее агрессивным было письмо Ле-Беля, который говорил: «Какое зрелище представляет собой французская наука, если один из ее значительных представителей измеряет положение спектральных линий, в то время как призма спектроскопа покоится в кармане его американского коллеги!..»

Заканчивая описание этого эпизода из жизни Р. Вуда, Сибрук отмечает, что «трагическое разоблачение в конце концов привело к сумасшествию и смерти Блондло. Он был вполне искренний и большой человек, у которого «зашел ум за разум», возможно, в результате самогипноза или чрезмерного зрительного воображения после многих лет работы с приборами в темноте»⁶.

Рассмотренный пример показывает, насколько сильно влияют предварительные установки на результаты наблюдений, заставляя «видеть» то, чего в действительности не существует. В науке имели место случаи и противоположного характера, показывающие, что можно не заметить многие вещи, если отсутствует целенаправленное ожидание, нет целенаправленного интереса, точнее, если

⁶ В. С и б р у к. Роберт Вуд. М., 1960, с. 232—235.

есть иначе ориентированный интерес, поскольку та или иная ориентация существует всегда.

Часто утверждают, например, что открытие кислорода привело к гибели теории флогистона. В отношении Лавуазье это, безусловно, справедливое утверждение. Но как объяснить, что Шелли и Пристли, также открывшие кислород независимо от Лавуазье и, следовательно, также имевшие возможность наблюдать за его свойствами, так и не сумели объяснить процессы окисления и до конца дней своих оставались «нераскаянными флогистонщиками»? Чем объяснить тот факт, что после открытия Галилеем спутников Юпитера их упорно не хотели замечать перипатетики, хотя и смотрели в тот же самый телескоп, которым пользовался Галилей? Почему они не верили своим глазам и склонны были скорее согласиться с тем, что имеют дело с оптическим обманом, чем с подлинным отражением действительности? Объясняются все эти факты лишь одним: просто старые устоявшиеся идеи накладывали свое вето на результаты наблюдения и запрещали видеть то, что лежало перед глазами исследователей.

Отсюда следует, насколько непростым и отнюдь не элементарным по своей природе оказывается наблюдение. Его результаты постоянно должны подвергаться проверке и перепроверке до тех пор, пока не будут получены вполне достоверные знания. Вот почему научное наблюдение не носит одноактового характера, а представляет длительный процесс, складывающийся из многочисленных отдельных актов наблюдения, доказывая тем самым и статистическую природу научного факта, который выкристаллизовывается как инвариант многих наблюдений.

В современной методологии научного познания в зависимости от того, что наблюдается и с помощью каких средств осуществляется наблюдение, выделяют четыре его разновидности: прямое и косвенное, непосредственное и опосредствованное (или приборное).

В прямом наблюдении исследователь имеет дело непосредственно со свойствами изучаемого объекта. Изучая, например, физико-химические свойства нового сплава, он фиксирует его прочность, ковкость, электропроводимость, сопротивляемость на скручивание, растяжение или сжатие, антикоррозийность и т. д.

В отличие от прямого косвенное наблюдение представляет собой восприятие не самого объекта, а тех след-

ствий, которые он вызывает. Анализируя эти следствия, логическим путем раскрывают природу изучаемого объекта. Здесь с особой силой проявляется роль рационального познания. Мы, например, не можем непосредственно наблюдать объекты микромира, внутреннюю структуру многих процессов и явлений, действие скрытых внутренних причин, историческое прошлое и т. д. Это, однако, не означает, что подобного рода предметы и процессы являются непознаваемыми. Фиксируя их следствия, постепенно накапливая данные косвенного наблюдения, мы воссоздаем скрытые параметры системы, внутренние свойства, события прошлого и т. д.

Непосредственным наблюдением (несмотря на некоторую многозначность этого термина) можно назвать такое наблюдение, которое осуществляется непосредственно органами чувств человека, без использования каких-либо вспомогательных средств. Такое наблюдение широко использовалось на первых шагах развития астрономии, оно имеет место в химии, геологии, ботанике, зоологии, медицине, психологии, социологии и т. д.

Опосредствованным или приборным наблюдением называется такое наблюдение, которое осуществляется с помощью технических средств. Этот вид наблюдения является одним из основных средств познания в современной науке. В научной практике указанные выше виды наблюдений как правило не проявляются в чистом виде, они слиты воедино, представляя отдельные стороны сложного процесса получения первичных, исходных данных об окружающей нас действительности.

Сущность процесса наблюдения часто искажается в идеалистических философских системах, которые рассматривают процесс наблюдения вне реального практического взаимодействия человека с материальным миром, что особенно наглядно проступает в философии неопозитивизма.

Непонимание сложной природы процесса наблюдения привело неопозитивистов к серьезным логическим трудностям при обосновании ими принципа верификации — чувственной проверки теоретических высказываний. Весьма сужая рамки научного наблюдения, они считали, что достоверным знанием может считаться лишь такое знание, которое получено в процессе непосредственно чувственного восприятия. Данные же косвенного и приборного наблюдения, по их мнению, не могут пре-

тендовать на статус достоверного знания, так как в этом случае объект якобы испытывает на себе искажающее воздействие самого наблюдателя. Подобным образом сфера научного наблюдения значительно сужалась, что и приводило к серьезным логическим затруднениям при обосновании критерия истины. Неудивительно, что современные неопозитивисты, так и не решив этой проблемы, постепенно стали отходить от предложенного ими же самими принципа.

§ 2. Описание

Наблюдение как метод эмпирического исследования всегда связано с описанием. Непосредственно чувственные данные, полученные в результате наблюдения, могут служить материалом индивидуального сознания, но для того, чтобы стать материалом общественного сознания и войти в обиход научного анализа, они должны быть закреплены и переданы с помощью определенных знаковых средств. Этот процесс закрепления и передачи информации осуществляется с помощью операции описания.

Эмпирическое описание — это фиксация средствами естественного или искусственного языка сведений об объектах, данных в наблюдении.

С помощью описания чувственная информация переводится на язык понятий, знаков, схем, рисунков, графиков и цифр, принимая тем самым форму, удобную для дальнейшей рациональной обработки (систематизации, классификации и обобщения).

Если при описании используется естественный язык, то оно выступает в форме обычного повествования. Например, космонавты, наблюдавшие небесные объекты в условиях космического полета, передали данные своих наблюдений в виде рисунков, фотографий и рассказа об увиденном и пережитом.

Описание можно рассматривать как завершающий этап наблюдения. На этой стадии исследования не ставится еще задача глубокого проникновения в сущность явления, раскрытия его внутренней природы. Исследователь стремится как можно подробнее зафиксировать преимущественно внешние стороны изучаемого объекта.

Вспомним хотя бы историю открытия и изучения рентгеновских лучей. Когда Рентген столкнулся с новым явлением, он прежде всего попытался как можно полнее

описать все его свойства — способность новых лучей проходить через непрозрачные тела; более сильно, чем обычный свет, засвечивать фотопластинку; воздействовать на воздух так, что он из изолятора превращается в проводник (позднее было установлено, что эта способность определяется тем, что рентгеновские лучи ионизируют воздух) и т. д. За два года изучения (1895—1897) Рентгену удалось описать все основные свойства новых лучей, сущность же их долго еще оставалась загадкой для ученых.

В свое время геология, география, биология и другие отрасли знания носили ярко выраженный описательный характер. Основной смысл их открытий состоял в том, чтобы найти новый минерал, остров, вид растения или животного и подробно описать их. Именно в этот период создаются большие коллекции минералов, фиксируются отдельные виды животных, насекомых и растений, а научные труды представляют довольно толстые фолианты, в которых зачастую наряду с фактическим материалом выражались и эмоции авторов.

Постепенно, по мере накопления эмпирического материала, наука переходит от простого описания явлений к раскрытию их сущности, нахождению закономерностей, позволяющих объяснить явления. Переходя от описания к объяснению, наука достигает качественно нового этапа развития, превращаясь в целом в теоретическую систему.

Пределение научной описательной стадии развития не означает, что описание как прием познания теряет свое значение, ибо без наблюдения и описания вообще невозможно научное познание. Описание является необходимым элементом в структуре современного научного познания. Существенно изменяется лишь сам характер этого приема. Объем обычного повествования постепенно сокращается, уступая место более строгим средствам описания. Происходит это потому, что описание, строящееся на базе естественного языка, имеет ряд недостатков: неточность, расплывчатость и многозначность основных терминов. Такое описание не может быть использовано в точных науках. Вот почему в современном научном познании описание строится на базе искусственного языка, который отличается своей логической строгостью и простотой. Правда, и в этом случае роль естественного языка сохраняется, так как он входит в качестве

обязательного элемента в любую систему искусственного языка.

Строгость как основное требование, предъявляемое к описанию, все больше распространяется и на те области научного познания, которые традиционно считались описательными: история, социология, геология, география и др.

Описание подразделяется на два основных вида: качественное и количественное. В истории науки часто случалось так, что одно и то же явление получало сначала качественное, а затем количественное описание. В современной науке качественное и количественное описания диалектически взаимосвязаны между собой, представляя разные стороны единого процесса исследования.

Количественное описание осуществляется с помощью различных таблиц, графиков и матриц, получивших название «протоколов наблюдения», которые возникают в результате различных измерительных процедур. Поэтому количественное описание в узком смысле слова можно рассматривать как фиксацию данных измерения. Современное научное описание, опирающееся на математический аппарат, необходимо включает в себя операцию измерения.

§ 3. Измерение

Измерение — это такая познавательная операция, в результате которой получается численное значение измеряемых величин.

Лишь с введением измерения естествознание превращается в строгую науку. Оно дополняет качественные методы познания природных явлений точными количественными методами. Через измерение осуществляется переход от наблюдаемого в опыте к математическим абстракциям и обратно. В основе операции измерения лежит сравнение объектов по каким-либо сходным свойствам или сторонам.

Уже на уровне обыденного познания человек часто сравнивает предметы по некоторым однородным признакам (их размеру, весу, объему и т. д.), что приводит к общим представлениям о равенстве и неравенстве предметов, к появлению таких понятий, как «больше», «меньше», «равно». Однако практические и познавательные задачи требуют не только установления сходства или

различия предметов, но и установления степени этого различия: во сколько раз одно тело больше или меньше другого, на сколько вес одного тела отличается от другого и т. д.

Чтобы осуществить такое сравнение, необходимо иметь определенные единицы измерения, наличие которых дает возможность выразить изучаемые свойства со стороны их количественных характеристик. В свою очередь это позволяет широко использовать в науке математические средства, получая эмпирические зависимости и математические выражения для законов теоретического уровня.

Вот почему выведение той или иной единицы измерения, изобретение новых способов и средств измерения являются необходимой предпосылкой многих научных открытий. Вспомним хотя бы, насколько быстрее (и главное, насколько точнее) пошло изучение теплоты, электричества и т. д., после того как были выведены соответствующие единицы измерения и изобретены соответствующие измерительные приборы.

Первые знакомства с электричеством носили ярко выраженный качественный характер. Выделялись различные виды электричества, не было единого общего представления об этом явлении. Дальнейшее изучение потребовало принципиально нового подхода и новых средства изучения. «Если рассмотреть направление исследований по электричеству в течение тридцатилетия, последовавшего за работами Франклина,— отмечает историк физики Марио Льюцци,— то можно легко заметить проявление нового образа мышления. Электрические явления теряли свой первоначальный характер отдельных разрозненных забавных явлений природы и постепенно образовывали некое единство, которое существующие теории пытались охватить несколькими основными принципами. Чувствовалось, что от качественных исследований необходимо переходить к количественным, различать и определять количественные величины, нужно связывать их с математическими соотношениями, начать измерять их с помощью приборов, которые становились все более точными и чувствительными»⁴.

Многие научные открытия этого периода были связа-

⁴ М. Льюцци. История физики. М., 1970, с. 184.

ны с изобретением новых измерительных приборов. Характерно, например, что знаменитым опытам Кулона, исследовавшего взаимодействие зарядов, предшествовало изучение им упругого кручения нитей. Он установил, что сила закручивания нити зависит от ее вещества, пропорциональна углу закручивания и обратно пропорциональна ее длине. Это позволяло зафиксировать и измерить чрезвычайно малые силы. Принцип этот был положен в основу нового измерительного прибора, который Кулон назвал «крутильными весами». Изобретение этого прибора позволило Кулону провести ряд весьма тонких измерений и вывести на их основе общий закон соотношения двух электрических зарядов, т. е. установить один из основных законов электростатики ($F \sim \frac{q_1 q_2}{r^2}$), используя который, удалось установить единицу для измерения количества электричества. С этого момента математика стала широким фронтом вторгаться в область изучения электрических явлений, в значительной степени ускорив познание их закономерностей.

С помощью единиц измерения становится возможным точно соизмерить рассматриваемые величины, выражая их отношение через отношение чисел. Учитывая, что многие величины функционально связаны между собой, удается на основе знания одних величин косвенным путем устанавливать другие. Таким путем были установлены размеры Земли, Солнца и других планет, температура Солнца и т. д. Иначе говоря, количественное знание интересующих нас величин может быть получено как непосредственно в виде прямого измерения, так и косвенно — путем расчета. На этой основе складывается представление о *прямом* и *косвенном* измерении.

Прямое измерение представляет собой непосредственно эмпирическую процедуру. Оно выступает как сравнение некоторого измеряемого свойства с эталоном. Эталон — это особая вещь, которая обеспечивает сохранение и воспроизведение некоторого выделенного свойства, по которому измеряют определенный класс величин. Например, платиноиридиевый стержень в Парижской палате мер и весов выступает как эталон длины. Он олицетворяет свойство длины и выступает как его носитель. Сравнение любой протяженной вещи с указанным эталоном (или его дубликатами) позволяет измерить длину вещи.

Появление эталонов измерения является результатом длительного исторического развития общественной практики и совершенствования методики самого научного исследования. Оно связано с переходом от случайной к развернутой и затем ко всеобщей форме прямого измерения.

На ранних этапах измерение выступает в случайной форме, когда еще нет эталонов, а измерение величины, характеризующей вещь, производится посредством любой другой вещи, характеризующей этой же величиной⁵. Измерение выступает здесь в форме: Вещь $A = b$ вещей B . Например, «высота горы Фавор = 8 перестрелов», «длина гроба господня = 4 локтям» и т. д.

Затем по мере развития практики измерение начинает охватывать все более широкие классы объектов и из случайной переходит в развернутую форму⁶. Схематично эта форма может быть изображена в следующем виде:

$$\begin{array}{l} \text{Вещь } A = b \text{ вещей } B \\ \quad \quad \quad = c \text{ вещей } C \\ \quad \quad \quad = . \end{array}$$

Например: длина определенной дороги равна «5 минутам ходьбы», или «500 локтям», или «10 перестрелам» и т. д.

Дальнейшее развитие практики приводит к появлению всеобщей формы измерения, когда из системы сравниваемых вещей выделяется одна вещь, по которой производится измерение⁷.

$$\text{Вещь } B = \frac{1}{b} \text{ вещей } A$$

$$\text{Вещь } C = \frac{1}{c} \text{ вещей } A.$$

На этом этапе вещь A становится эталоном. В ней как бы угасают все свойства, кроме тех, которые служат для измерения. Например, для эталона длины важно только свойство протяженности. Остальные же — вес, химический состав и т. д. — либо несущественны, либо важны как свойства, позволяющие закрепить признак «обладать неизменной длиной». Эталон служит первой основой для введения единиц измерения. Например, эталон длины в Парижской палате мер и весов од-

⁵ См.: М. Э. Омельяновский. Диалектика в современной физике. М., 1973, с. 229.

⁶ Там же, с. 230.

⁷ Там же, с. 231.

новременно служит мерой и масштабом длины и дает ее единицу 1 м.

В процессе развития прямых измерений постепенно создается сложная аппаратура (измерительные приборы), которая позволяет через ряд шагов сравнивать измеряемую величину с эталоном, косвенно представленным в проградуированных шкалах измерительных приборов.

В сложных случаях эмпирического исследования прямое измерение может осуществляться в процессе эксперимента, выступать как его элемент. Но тем не менее измерение не следует отождествлять с экспериментальной процедурой. Оно может осуществляться и вне эксперимента, например, как измерение длины стола линейкой или измерение температуры тела термометром. С другой стороны, эксперимент не всегда бывает связан с измерением и может носить качественный характер (например, первые опыты Фарадея, приведшие к обнаружению закона электромагнитной индукции, не были связаны с измерением). Таким образом, измерение и эксперимент выступают как специфические методы эмпирического исследования, которые могут выступать как отделенные друг от друга, так и синтезированные в рамках единой деятельности.

На базе прямых развиваются косвенные измерения, сущность которых состоит в том, что они позволяют получить значение измеряемой величины на основе математической зависимости, не прибегая к сравнению с эталоном. Таким путем наука получает численные значения величин в условиях, когда процесс прямого измерения сложен (например, измерение давления в глубинах океана, температуры на поверхности Луны), а также в условиях, когда прямое измерение принципиально невозможно (например, при изучении отдаленных космических объектов или некоторых свойств элементарных частиц).

В отличие от прямого измерения косвенное не является уже эмпирической процедурой, а представляет переход от эмпирического исследования к теоретическому. В своих наиболее простых формах оно непосредственно примыкает к эмпирическому исследованию, но в сложных формах косвенное измерение непосредственно связано с теоретическими расчетами, как это имело место, например, в исследованиях Томсона при определении им массы электрона. В процессе косвенного измерения

формируются новые единицы, которые вводятся уже не на основе эталонов, а на основе математических зависимостей.

Примером тому может служить большинство единиц измерения, применяемых в современной физике. Так, в механике единицы силы, ускорения, работы и другие вводятся на основе уравнений механического движения; в электродинамике определение единицы силы тока, единицы магнитного потока, индуктивности дается на базе соответствующих законов Ампера, Вебера, Фарадея и др. В атомной физике появились такие единицы измерения массы частиц, как электронвольты, выражающие массу через энергию в соответствии с законом $E = mc^2$.

Косвенные и прямые измерения взаимодействуют между собой в ходе развития науки, уточняя и проверяя друг друга. В частности, точность прямых измерений возрастает благодаря поправкам, вносимым за счет применения косвенных измерений. Так, например, для повышения точности результатов измерения длин с помощью металлического стержня вносят поправки на наличие магнитных полей, способных повлиять на длину стержня, на изменение длины вследствие нагревания и т. д. Такие поправки получают с помощью расчетов на основе соответствующих уравнений физики.

В свою очередь отыскание новых уравнений и проведение все более сложных косвенных измерений опирается на прямые измерения.

С каждым новым этапом своего развития наука совершенствует средства и способы измерения, создавая новые методы расчета, новую измерительную аппаратуру и эталоны. Благодаря этому становится возможным изучить ранее не исследованные типы процессов и открыть новые законы природы.

Во времена Галилея, например, пользовались песочными или водяными часами. Такая техника измерения была достаточной для изучения сравнительно медленно протекающих механических процессов, но на ее основе нельзя было изучать процессы того же типа, развертывающиеся с большими скоростями. Переход к экспериментальному изучению таких процессов стал возможным благодаря изобретению маятниковых часов. Показательно, что принцип маятниковых часов был получен на основе открытого Галилеем и Гюйгенсом закона колебания

маятника. Сам же этот закон был обоснован в опыте на основе старой техники измерения. Но затем он был как бы опредмечен в новых измерительных инструментах, что открыло пути к изучению ранее недоступных процессов природы.

Познание законов природы всегда приводит к совершенствованию способов и инструментов измерения. Например, открытие электромагнитных колебаний, законов поглощения и излучения света атомами и молекулами позволило сконструировать «атомные часы», обеспечивающие большую точность в измерении временных интервалов. Изучение законов радиоактивного распада, законов ядерных реакций в звездах открыло возможности для измерения больших промежутков времени посредством новых методов. В частности, современные представления о ядерных реакциях в недрах звезд позволили определять их возраст путем измерения соотношения содержащегося в них водорода и гелия. Более точное измерение возраста геологических объектов стало возможным на основе анализа отношений между количеством содержащихся в них радиоактивных веществ и продуктов радиоактивного распада.

Аналогичным путем в науке происходит совершенствование средств и способов измерения других величин. Например, атомно-молекулярная физика установила, что вследствие броуновского движения металлические стержни всегда имеют погрешности в порядке расстояния между атомами. В этой связи при изучении микромалых расстояний пришлось учитывать соответствующие поправки, а впоследствии перейти к более точному эталону длины — световому метру. Начиная с 1960 года в качестве эталона длины в один метр принимается длина, равная $1650763,73$ длины волны в вакууме оранжевой линии атома криптона-86. Нетрудно понять, что введение этого эталона было бы невозможно без предварительного познания законов спектрального излучения атомов.

Современная физика открывает новые возможности для дальнейшего совершенствования эталонов и способов измерения путем использования атомных пучков в вакууме, лазерного луча, эффекта Мессбауэра и т. д.

Таким образом, в науке постоянно происходит овеществление добытых знаний в новых средствах измерения и разработка на основе ранее открытых законов природы новых способов измерения. Это позволяет на-

учному познанию подниматься на все более высокие ступени своего развития и открывать новые закономерности материального мира.

В процессе познания исследователь всегда стремится получить максимально точное значение измеряемых величин. Но для раскрытия закономерностей различных объектов могут потребоваться различные пределы точности. В механике при измерении длин можно пренебречь, допустим, броуновским движением молекул, но этого нельзя делать уже в атомно-молекулярной физике при измерении расстояний между молекулами. Поэтому максимальная точность измерения той или иной величины во многом определяется особенностями измеряемого объекта.

При формулировке познавательных задач исследователь, как правило, учитывает такие особенности в самой постановке задачи, требуя измерять величину с определенной, наперед заданной точностью. В этом смысле всегда есть возможность получить точное значение определяемой величины. Однако при переходе к изучению новых типов объектов требования к точности измерения могут измениться. Вводятся новые границы, в пределах которых величины считаются измеренными с достаточной точностью.

В измеряемых величинах и их отношениях отражаются свойства и связи изучаемых объектов реальности. По мере теоретического и практического освоения все новых объектов расширяется арсенал величин, применяемых для характеристики их состояний. При этом величины, введенные для описания состояний одних объектов, в процессе познания используются в качестве средств изучения объектов новой области. Такой перенос величин на новую область может сопровождаться определенными ограничениями в их применении. Например, с развитием квантовой механики выяснилось, что использование таких величин, как импульс и координата для характеристики состояния микрообъекта предполагает особые ограничения, которые выражаются в соотношении неопределенностей. В этих соотношениях выражены особенности движения микрообъектов, проявляющиеся в частности в том, что их нельзя уподобить макрообъектам, движущимся по строго определенным траекториям. В связи с этим при совместном измерении величин, допустим, координаты и импульса или энергии

и времени ставится задача их определения с такой наперед заданной точностью, которая соответствует соотношению неопределенностей.

Указанные особенности измерения величин, характеризующих микрообъекты, были неправильно истолкованы идеалистами. Соотношение неопределенностей рассматривалось ими не как проявление существенных особенностей микрообъектов, а как результат неконтролируемого воздействия прибора на микрообъекты. Был сделан вывод, что прибор будто бы создает физические характеристики микрочастиц, являясь непреодолимым барьером между микромиром и познающим субъектом.

В процессе измерения прибор действительно воздействует на изучаемые объекты, но тем не менее не искажает, а выявляет их реальные признаки и свойства. В самой действительности объекты не существуют изолированно друг от друга, а находятся во взаимодействии, причем только благодаря этому взаимодействию и могут проявляться их объективные свойства. Поэтому, приводя микрообъекты во взаимодействие с прибором, мы поступаем не вразрез, а в полном соответствии с законами самой объективной действительности. Приборы не отгораживают нас от внешнего мира, а, наоборот, представляют надежное средство познания его закономерностей.

§ 4. Эксперимент

Изучая природу, человек не только созерцает, но и активно вмешивается в ход ее процессов и явлений. В своей практической деятельности он часто создает из природных элементов искусственные системы, не существовавшие ранее в природе. Изучая затем эти системы, человек все глубже и глубже проникает в тайны природных явлений. Эта практически-познавательная деятельность человека составляет основу экспериментального исследования. В отличие от обычного наблюдения в эксперименте исследователь активно вмешивается в протекание изучаемого процесса с целью получить о нем определенные знания. Исследуемое явление наблюдается здесь в специально создаваемых и контролируемых условиях, что позволяет восстанавливать каждый раз ход явления при повторении условий.

«Физик,— писал К. Маркс,— или наблюдает процессы природы там, где они проявляются в наиболее отчет-

ливой форме и наименее затеняются нарушающими их влияниями, или же, если это возможно, производит эксперимент при условиях, обеспечивающих ход процесса в чистом виде»⁸.

Даже самый простой эксперимент предполагает создание системы элементов, которой ранее не существовало в природе или по крайней мере не встречалось в практике человека. Скажем, если взять фотопластинку, обернуть ее светонепроницаемой бумагой, положить сверху минерал, содержащий соли урана, и все это выставить на солнечный свет, как это в свое время сделал А. Беккерель, то это и будет искусственной системой, ранее не встречавшейся в природе. Или же, если подавать собаке пищу в сопровождении ее звуко-световым сигналом, то это также будет искусственной системой, практически созданной самим человеком.

Создав искусственную систему, мы можем осознанно (а иногда и неосознанно, случайно) влиять на нее путем перегруппировки ее элементов, их элиминирования или замены другими элементами. Наблюдая при этом за изменяющимися следствиями, можно раскрыть определенную причинную взаимосвязь между элементами и тем самым выявить новые свойства и закономерности изучаемых явлений.

Так, из системы «собака — пища — звонок» можно изъять среднее звено и тем не менее наблюдать те же следствия, что и при подаче пищи. Многократное повторение подобных опытов привело в конце концов к открытию условных рефлексов у животных.

В вышеуказанных экспериментах Беккереля также было изъято одно звено, а именно солнечный свет (что, правда, произошло не без участия случая), но следствие оказалось тем же самым, что и при наличии этого элемента, т. е. пластинка оказалась засвеченной, несмотря на то, что она несколько дней пролежала в темном шкафу. Заинтересовавшись новым явлением, Беккерель попытался установить его причину. С этой целью вместо солей урана он использовал ряд других флуоресцирующих веществ, но замеченного ранее эффекта (засвечивания фотопластинки) не наблюдалось. Зато этот эффект вновь обнаруживался даже с участием не флуоресцирующих веществ, но содержащих другие соли урана. Стало

⁸ К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 23, с. 6.

ясно, что лучи, способные проникать через черную бумагу, испускаются ураном. Эти лучи по ряду своих свойств совпадали с рентгеновскими, но существенно отличались от них тем, что самопроизвольно испускались веществом. Так было открыто явление радиоактивности.

Уже из приведенных примеров видно, что в ходе эксперимента исследователь не только контролирует и воспроизводит условия, в которых изучается объект, но и часто искусственно изменяет эти условия, варьирует их. В этом заключается одно из важных преимуществ эксперимента по сравнению с простым наблюдением. Изменяя условия взаимодействия, исследователь получает большие возможности для обнаружения скрытых свойств и связей объекта.

Обычно контроль и изменение условий осуществляется за счет использования приборных устройств, которые являются орудием воздействия наблюдателя на объект. В качестве таковых могут служить, например, изолирующие устройства, позволяющие устранить влияние на объект того или иного фактора, или, напротив, устройства, вызывающие такое влияние. К первым относятся установки типа вакуумных камер; генераторы магнитных полей, которые позволяют, например, экранировать воздействие посторонних излучений на исследуемый процесс, или термостаты, изолирующие процесс от внешних тепловых воздействий. Ко вторым можно отнести ускорители элементарных частиц, различные излучатели и т. д.

Причем различие между первым и вторым типами приборов проводится только по их функциям в конкретном эксперименте. В этом смысле магнитные поля, произведенные соответствующим генератором, могут выполнять как изолирующую функцию, так и функцию непосредственного воздействия на объект (примером последнего могут служить хотя бы физические эксперименты типа опытов Зеемана, обнаруживших эффект расщепления спектральных линий атома в магнитном поле). Указанные типы приборных устройств обеспечивают создание и воспроизведение взаимодействий, необходимых для обнаружения и изучения определенных явлений.

Роль приборных устройств, обеспечивающих контроль и воспроизведение необходимых условий взаимодействия, могут выполнять не только такие сложные установки, как ускорители частиц или генераторы полей, но и весьма простые приспособления (например, звонок в

опыте Павлова, темный шкаф в опыте Беккереля или простая колба в химических опытах, изолирующая химическую реакцию от посторонних примесей, и т. д.).

Активное вмешательство исследователя в протекание природного процесса, искусственное создание им условий взаимодействия отнюдь не означают, что экспериментатор сам по своему произволу творит свойства предметов и приписывает их природе. Ни радиоактивность, ни световое давление, ни условные рефлексy не являются свойствами, выдуманными или изобретенными исследователями, но они выявлены в искусственных системах, созданных самим человеком. Его творческая способность проявляется лишь в создании новых комбинаций природных объектов, в результате которых выявляются скрытые, но объективные свойства самой природы.

Экспериментальное исследование может быть одновременно рассмотрено в двух планах: как деятельность человека и как часть взаимодействий самой природы. Вопросы природе задает исследователь, ответы на них дает сама природа.

Постановка вопроса природе, т. е. выдвижение научной проблемы, решению которой призван служить эксперимент, является обязательным условием любой экспериментальной деятельности. Беккереля, например, интересовал вопрос о соотношении рентгеновских лучей и флуоресценции; Фарадея — каким образом магнитные свойства влияют на электрические; Лебедев задался целью доказать материальную природу света. Многие опыты, проведенные Пьером и Марией Кюри, были призваны дать ответ на вопрос о природе и причинах радиоактивности. Причем поиск практического ответа требует особой изобретательности и конструктивных способностей, без которых ученый просто не в состоянии создать новую экспериментальную установку и решить поставленную проблему. Многие выдающиеся открытия в науке обязаны именно этой творческой способности ученых. Достаточно в этом отношении вспомнить опыты Резерфорда, Майкельсона, Павлова и многих других естествоиспытателей.

Познавательная роль эксперимента велика не только в том отношении, что он дает ответы на ранее поставленные вопросы, но и в том, что в ходе его возникают новые проблемы, решение которых требует проведения новых опытов и создания новых экспериментальных установок.

На основе сказанного можно выделить основные логико-практические элементы экспериментальной процедуры. Ими являются: 1) постановка вопроса и выдвижение предположительного ответа; 2) создание экспериментальной установки, обеспечивающей необходимым исследователю условия взаимодействия изучаемого объекта; 3) контролируемое видоизменение этих условий; 4) фиксация следствий и установление причин; 5) описание нового явления и его свойств.

В современной науке эксперимент занимает ведущее место в познании. Особенно велика его роль в естественных науках. Однако с развитием научного знания о социальных явлениях в связи с потребностями общественной практики, в частности в связи с потребностями совершенствования организации и управления обществом, все большее значение начинают приобретать и социальные эксперименты.

Социальный эксперимент, будучи методом исследования, вместе с тем выполняет функцию оптимизации социальных систем. Он одновременно принадлежит и к сфере науки и к сфере социального управления, помогая проектировать и внедрять в жизнь новые социальные формы.

6. Методы теоретического исследования

§ 1. Метод мысленного эксперимента

На теоретическом уровне используются все общелогические приемы познания, но реализуются они через систему специфических приемов, характерных для данного уровня исследования. Среди этих приемов одно из важнейших мест занимает *мысленный эксперимент*.

Выше уже отмечалось, что характерной чертой теоретического мышления является применение абстрактных объектов. Ученый, развивая теорию, всегда манипулирует в своем воображении с особыми образами действительности, которые схватывают в обобщенной форме наиболее существенные признаки изучаемых явлений. Такие образы суть абстрактные объекты теоретического уровня знаний.

Математик, например, в теоретическом исследовании пользуется образами точки, прямой линии, треугольника, окружности и т. д.; физик использует образы идеализированных весов, частичек газа или различных движущихся тел (катящейся тележки у Галилея, брошенного камня у Ньютона, падающего или взлетающего лифта у Эйнштейна); химик оперирует с образом структуры вещества, биолог — с образом структуры клетки и т. д. Используя подобные представления, ученые подходят к раскрытию весьма фундаментальных свойств и законов действительности.

Построение абстрактных объектов как теоретических образов реальной действительности и оперирование ими с целью изучения существенных характеристик действительности составляют задачу мысленного эксперимента.

В современной литературе мысленный эксперимент толкуется в нескольких значениях. С одной стороны, этот метод характеризуется как мысленный процесс, в котором проигрывается план будущего реального эк-

сперимента. С другой стороны, под мысленным экспериментом понимается особый, специальный род умственной деятельности, когда не просто продумывается ход реального эксперимента, а осуществляется такая комбинация мыслительных образов, которые в действительности вообще не могут быть реализованы. Понятие мысленного эксперимента в первом аспекте еще не раскрывает его сущности и специфики как особого метода познания. Такое раскрытие дается лишь при втором понимании метода, хотя, конечно, грань между ними весьма относительна. Любой мысленный эксперимент начинается как продумывание практически осуществимой операции, как это и имело место с движущимся по наклонной плоскости телом у Галилея или человеком, бросающим камень, у Ньютона. Здесь действительно между продумыванием реального и осуществлением мысленного эксперимента трудно провести резкое различие. Однако это еще не повод к их отождествлению.

Различие между мысленным экспериментом и продумыванием реальных опытов начинается там, где мысль, отталкиваясь от первоначальных образов, переходит в область практически неосуществимых вещей, идеализированных объектов. Неудивительно поэтому, что синонимом мысленного эксперимента выступает термин «идеализированный эксперимент».

Переход в область практически неосуществимых вещей не означает, однако, что мысленный эксперимент хотя бы в какой-то степени можно было бы считать фантазией, искажающей действительность, отождествить его с представлениями, которые полностью расходятся с законами физической реальности. Эйнштейн, пытаясь провести четкую грань между извращающей действительность фантазией и подлинно научным мышлением, которое, используя даже нереальные ситуации, все же не отходит от самой действительности, а приближается к ней, отмечал, что в науке вполне возможно «оперировать в мысли с вещами, невозможными практически, т. е. такими, которые противоречат нашему повседневному опыту, но не с полнейшей бессмыслицей»¹.

Роль мысленного эксперимента особенно велика в процессе зарождения и нового теоретического зна-

¹ А. Мошковский. Альберт Эйнштейн. Беседы с Эйнштейном о теории относительности и общей системе мира. М., 1922, с. 108.

ния. Обращение к этому методу отчетливо прослеживается в творчестве всех ведущих теоретиков естествознания (Галилея, Ньютона, Ломоносова, Максвелла, Планка, Резерфорда, Эйнштейна, Гейзенберга, Бора и др.).

Обосновывая, например, свои идеи о механическом движении, Галилей прежде всего опирался на силу мысленного эксперимента. В догалилеевской механике предполагалось, например, что скорость движения тел обратно пропорциональна плотности среды, поэтому в пустом пространстве с нулевой плотностью движение должно было бы иметь бесконечную скорость и тело в таком пространстве должно было бы передвигаться мгновенно на сколь угодно большое расстояние; предполагалось далее, что движущееся тело останавливается, как только сила, толкающая его, прекращает свое действие.

Эти идеи, развитые еще Аристотелем, затрудняли изучение природы механического движения. Лишь начиная с Галилея, которому удалось опровергнуть эти принципы, учение о движении получило научное истолкование.

Оба принципа были опровергнуты с помощью эксперимента. Причем если первый опровергался с помощью практического эксперимента, то второй потребовал мобилизации абстрагирующей деятельности сознания и обращения к мысленному эксперименту.

Представим себе горизонтальную поверхность и движущуюся по ней тележку. Пока тележку кто-то толкает, она движется, но стоит прекратить это действие, как тележка, пройдя некоторое расстояние, остановится. Сначала может показаться, что этот эмпирически наблюдаемый факт подтверждает второй принцип Аристотеля. Но непосредственное наблюдение схватывает лишь внешнюю сторону явления, не исключая и тех факторов, которые затемняют его сущность. Лишь абстрагируясь от них, можно подойти к раскрытию сущности механического движения. Для этого необходимо было правильно сформулировать вопрос, который бы нацеливал на раскрытие этой сущности, а именно: как можно увеличить расстояние пробега тележки после того, как ее перестали толкать. Ответ на этот вопрос достаточно ясен — надо сделать так, чтобы легче вращались колеса и чтобы дорога была как можно более ровной и гладкой, иначе говоря, уменьшить трение.

Развивая рассуждения в этом направлении, можно представить, что тележка движется, не испытывая влияния трения и других воздействий, тогда ничто не будет препятствовать ее движению, и она, получив раз толчок, должна будет двигаться вечно. «Этот вывод,— отмечают Эйнштейн и Инфельд,— достигнут только размышлением об идеализированном эксперименте, который никогда не может быть осуществлен, так как невозможно исключить все внешние влияния. Идеализированный эксперимент указывает путь, на котором фактически были установлены основы механики движения»².

Высоко оценивая роль мысленного эксперимента и отмечая большую заслугу Галилея в его развитии, Эйнштейн и Инфельд писали: «Открытие, сделанное Галилеем, и применение им методов научного рассуждения были одним из самых важных достижений в истории человеческой мысли, и оно отмечает действительное начало физики. Это открытие учит нас тому, что интуитивным выводам, базирующимся на непосредственном наблюдении, не всегда можно доверять, так как они ведут по ложному следу»³.

Эйнштейн не только высоко оценил роль этого метода, но и широко применял его в своем творчестве. Основополагающие принципы его теории воплощались в идеализированные наглядные образы, которые вначале помогли сформулировать эти принципы, а затем служили для разъяснения основ теории относительности. Решающую роль в разработке физических основ специальной теории относительности сыграли мысленные эксперименты с идеализированными часами, синхронизируемыми с помощью световых сигналов. Мысленное рассмотрение процедуры синхронизации часов позволило Эйнштейну четко определить понятие одновременности и вывести отсюда преобразования Лоренца, придав им иной физический смысл по сравнению с тем, который вкладывался в них электродинамикой Лоренца. Не менее важное значение принадлежало мысленному эксперименту в процессе создания общей теории относительности. Мысленные эксперименты с пассажиром в падающем лифте позволили обосновать фундаментальный

² А. Эйнштейн, Л. Инфельд. Эволюция физики. М., 1966, с. 15.

³ Там же, с. 14.

физический принцип общей теории относительности — эквивалентность эффектов ускорения и тяготения.

По мере усложнения теоретических исследований мысленный эксперимент приобретает все новые функции. Так, в современном естествознании в связи с использованием метода математической гипотезы он становится одним из основных средств интерпретации математических формализмов. Например, интерпретация математического аппарата квантовой механики стала возможной только благодаря знаменитым мысленным экспериментам М. Борна, в ходе которых был выяснен физический смысл волновой функции, и мысленным экспериментам В. Гейзенберга, позволившим уяснить границы применимости классических понятий координаты и импульса и получить соотношение неопределенностей.

Аналогичным образом математический аппарат квантовой электродинамики получил адекватную физическую интерпретацию во многом благодаря мысленным экспериментам Н. Бора, в ходе которых рассматривалось воздействие квантового поля на классические пробные тела.

§ 2. Идеализация и формализация

В процессе мысленного эксперимента исследователь часто оперирует с идеализированными ситуациями. Такие ситуации конструируются в результате особой процедуры, которая получила название *идеализации*. Это разновидность операции абстрагирования, применение которой характерно для теоретического исследования. Суть этой операции состоит в следующем. В процессе изучения объекта мысленно выделяют одно из необходимых условий его существования, затем, изменяя выделенное условие, постепенно сводят его действие к минимуму.

При этом может оказаться, что исследуемое свойство объекта тоже будет изменяться в определенном направлении. Тогда осуществляют предельный переход, предполагая, что это свойство получает максимальное развитие, если условие вообще будет исключено. В результате конструируется объект, который не может существовать в действительности (поскольку он образован путем исключения условия, необходимого для его существования), но тем не менее имеет прообразы в реальном мире.

В эксперименте с катящейся тележкой, о котором говорилось выше, мы можем делать поверхность, по которой движется тележка, все более и более гладкой, улучшать смазку колес, добиваясь тем самым снижения трения и удлинения длины пробега. Однако практически эта операция может осуществляться до какого-то предела, переступить за который можно только лишь мысленно, представив себе движение тележки в идеальных условиях, в условиях полного отсутствия трения. Именно в результате подобной идеализации и было выработано такое фундаментальное понятие физики, как «инерция». Аналогичным методом в физике были образованы такие идеализированные объекты, как «идеальный газ», «несжимаемая жидкость», «абсолютно упругое тело» «абсолютно черное тело» и т. д.

С идеализированными объектами имеет дело любое теоретическое мышление. В математике, например, такими объектами являются: «точка», «прямая», «плоскость», «окружность» и др. Когда при описании реальных предметов мы пользуемся геометрическими представлениями, скажем, отождествляем форму Земли с формой шара, отвлекаясь от всех ее неровностей, или грань линейки с прямой линией, то тем самым мы замещаем реальные объекты идеализациями, оперируя с которыми, мы можем раскрыть существенные стороны изучаемой действительности.

Идеализированные объекты имеют большое эвристическое значение, так как только с их помощью можно сформулировать теоретические законы науки. Характеризуя природу идеализированных объектов и их роль в научном познании, Ф. Энгельс пишет в «Диалектике природы» о том, как Сади Карно, изучив паровую машину и проанализировав ее, «... нашел, что в ней основной процесс не выступает в чистом виде, а заслонен всякого рода побочными процессами, устранил эти различные для главного процесса побочные обстоятельства и сконструировал идеальную паровую машину..., которую правда, так же нельзя осуществить, как нельзя, например, осуществить геометрическую линию или геометрическую плоскость, но которая оказывает, по-своему, такие же услуги, как эти математические абстракции: она представляет рассматриваемый процесс в чистом, независимом, неискаженном виде»⁴.

⁴ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 543—544.

Идеализированные объекты, таким образом, являются необходимыми элементами развитого теоретического знания, только с их помощью можно построить теоретическую модель и вывести теоретические законы, дающие объяснение многим физическим явлениям. Например, применение модели «идеального газа» позволило объяснить и затем превратить в теоретические законы эмпирически наблюдаемую зависимость между давлением и объемом газа ($pV = const$). Такое объяснение впервые в науке было дано профессором Петербургской академии Д. Бернулли, который закон Бойля — Мариотта вывел не эмпирически, а путем определенного мысленного эксперимента с «идеальным газом». Это была абстрактная модель реальных газов, предполагающая, что можно пренебречь размерами частиц, составляющих газ, и рассматривать их поведение в соответствии с принципом упругого соударения.

После того, как зависимость между объемом и давлением была обоснована путем анализа такой идеальной конструкции, она перестала быть эмпирическим соотношением и приобрела новый статус — теоретического закона.

Как отмечает Д. П. Горский, использование идеализации позволяет «отобразить окружающую нас действительность в категориях закономерного, необходимого, существенного»⁵.

Идеализация, как и всякий научный метод, несмотря на ее большое значение в теоретическом исследовании, имеет свои границы и в этом смысле носит относительный характер. Относительность ее проявляется в том, что: 1) идеализированные представления могут уточняться, корректироваться или даже заменяться новыми; 2) каждая идеализация создается для решения определенных задач, т. е. свойство, от которого мы абстрагируемся в одних условиях, может оказаться важным при реализации других условий, тогда и приходится создавать принципиально новые идеализированные объекты; 3) не во всех случаях можно перейти от идеализированных представлений (закрепленных в математических формулах) непосредственно к эмпирическим объектам; для такого перехода необходимы определенные коррек-

⁵ Д. П. Горский. Проблемы общей методологии науки и диалектической логики. М., 1966, с. 39.

тивы (введение, например, эмпирически установленных коэффициентов)⁶.

Все более и более проникая в структуру объективных явлений, современная наука приближается к таким «однородным и простым элементам материи, законы движения которых допускают математическую обработку»⁷. В связи с математизацией науки в ней все шире используется особый прием теоретического мышления — *формализация*.

Этот прием заключается в построении абстрактно-математических моделей, раскрывающих сущность изучаемых процессов действительности. При формализации рассуждения об объектах переносятся в плоскость оперирования со знаками (формулами). Отношения знаков заменяют собой высказывание о свойствах и отношениях предметов. Таким путем создается обобщенная знаковая модель некоторой предметной области, позволяющая обнаружить структуру различных явлений и процессов при отвлечении от качественных характеристик последних. Вывод одних формул из других по строгим правилам логики и математики представляет формальное исследование основных характеристик структуры различных, порой весьма далеких по своей природе, явлений.

В ряде случаев анализ формальных моделей позволяет установить такие теоретические закономерности, которые не могли быть открыты эмпирическим путем. Кроме того, установление структурного подобия позволяют использовать математический аппарат, выработанный для описания одних процессов, в качестве готового средства изучения других процессов. Например, после построения логики исчисления высказываний выяснилось, что эта формализованная система может применяться не только к описанию естественного человеческого рассуждения, но и для характеристики других объектов, например, изучаемых в бионике надежных систем, построенных из не вполне надежных элементов.

Особенно успешно формализация применяется в математике, логике и современной лингвистике.

⁶ Д. Н. Горский. Проблема общей методологии науки и диалектической логики, с. 38—39.

⁷ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 14, с. 294.

§ 3. Аксиоматический метод

Все теоретические дисциплины условно можно разделить на два основных класса: эмпирические науки (физика, химия, биология и т. д.) и науки математические (математика и математическая логика).

Отличительной особенностью первых является то, что в качестве предмета своего исследования они берут ту или иную конкретную область действительности. Математические же науки изучают определенные виды отношений (количественно и пространственно подобные формы), имеющие место в любой области действительности. Математические теории не связаны непосредственно с опытной проверкой, и здесь большое значение имеют формальные критерии определения их истинности.

Специфические особенности каждой из указанных областей научного знания приводят к появлению особых методов построения теорий. В математике, например, широко используется аксиоматический метод. Он применяется и в эмпирических науках, но с учетом ряда особенностей, связанных с опытной проверкой теории. Вследствие этого аксиоматический метод здесь выступает в особой форме и сливается с гипотетико-дедуктивным методом построения теории. Рассмотрим, в чем состоит сущность каждого из упомянутых методов теоретического исследования.

При аксиоматическом построении теоретического знания сначала задается набор исходных положений, не требующих доказательства (по крайней мере, в рамках данной системы знания). Эти положения называются аксиомами или постулатами. Затем из них по определенным правилам строится система выводных предложений. Совокупность исходных аксиом и выведенных на их основе предложений образует аксиоматически построенную теорию.

Аксиомы — это утверждения, доказательство истинности которых не требуется. Логический вывод позволяют переносить истинность аксиом на выводимые из них следствия.

Фиксация определенных правил вывода позволяет упорядочить процесс рассуждения при развертывании аксиоматической системы, сделать это рассуждение более строгим и корректным. Тем самым аксиоматический метод облегчает организацию и систематизацию научно-

го знания и служит средством построения развитой научной теории. Одной из первых и успешных попыток применения аксиоматического метода в науке была геометрия Эвклида.

Опираясь на пять исходных аксиом (постулатов), Эвклид развернул систему доказательства целого ряда теорем, сводя более сложные положения геометрии к интуитивно ясным и простым представлениям, истинность которых не вызывала сомнения.

Геометрия Эвклида долгое время оставалась образцом теоретического знания и рассматривалась как идеал построения теоретических систем. В соответствии с этим идеалом создавались теории в других областях научного знания. Так, например, Ньютон осознанно стремился использовать геометрию в качестве своеобразной модели при построении своей теории механического движения⁸.

Изложение механики Ньютон начинает с определения исходных понятий (массы, количества движения, силы и т. д.) и основных законов (принципов), к которым относятся три известных закона Ньютона. Совокупность понятий и принципов механики выступала как характеристика фундаментальной теоретической модели механического движения. В них характеризовалось поведение материальных точек (точечных масс), изменяющих под действием сил свои координаты и импульсы во времени. Из принципов (аксиом) механики можно было получить в качестве следствий целый ряд более специальных законов механического движения (закон вращения тела, движения в поле центральных сил, закон колебания и т. д.). На этой основе решался обширный класс различных механических задач.

«Начала» Ньютона, как и «Начала» Эвклида, представляли типичный образец аксиоматически построенной теории. В них различные элементы (понятия, законы и т. д.) были организованы в единую систему и связаны между собой так, что одни понятия и высказывания обосновывались с помощью других. Благодаря такой организации знаний можно было получать законы для новой области явлений путем вывода их из аксиом теории без предварительного индуктивного обобщения опытных данных. В этом выражалась эвристическая

⁸ См.: С. И. Вавилов. Исаак Ньютон. М.—Л., 1945, 127.

функция аксиоматического метода, обеспечивающего теоретическое предвидение не только отдельных фактов, но и целых закономерностей некоторой области действительности.

Аксиоматический метод развивался по мере развития науки. «Начала» Эвклида были первой стадией его применения, которая получила название *содержательной* аксиоматики. Аксиомы вводились здесь на основе уже имеющегося опыта и выбирались как интуитивно очевидные положения. Правила вывода в этой системе также рассматривались как интуитивно очевидные и специально не фиксировались. Все это накладывало определенные ограничения на содержательную аксиоматику. Во-первых, аксиоматическая система строилась только относительно уже известной в опыте области объектов, заданной заранее, до построения теории (отсюда требования интуитивной очевидности аксиом). Во-вторых, сравнительно слабая разработка техники логического вывода приводила к дефектам в доказательстве (в Эвклидовой геометрии, например, многие теоремы были доказаны нестрого, что было выявлено в последующем развитии математики)⁹.

Все эти ограничения содержательно-аксиоматического подхода были преодолены последующим развитием аксиоматического метода, когда был совершен переход от содержательной к *формальной* и затем к *формализованной* аксиоматике.

При формальном построении аксиоматической системы уже не ставится требование выбирать только интуитивно очевидные аксиомы, для которых заранее задана область характеризуемых ими объектов. Аксиомы вводятся формально как описание некоторой системы отношений (не связанных жестко только с одним конкретным видом объектов); термины, фигурирующие в аксиомах, первоначально определяются только через их отношение друг к другу. Тем самым аксиомы в формальной системе рассматриваются как своеобразные определения исходных понятий (терминов). Другого, независимого, определения указанные понятия первоначально не имеют.

⁹ В. И. Садовский. Аксиоматический метод построения научного знания. Сб. «Философские вопросы современной формальной логики». М., 1962, с. 219.

Последующее дедуктивное выведение следствий из аксиом позволяет получить систему высказываний, которая рассматривается в качестве некоторой обобщенной теории. Такая теория может быть использована для характеристики уже не одной, а нескольких предметных областей действительности. Нужно только отыскать правила, позволяющие сопоставлять основные термины, входящие в аксиомы, признакам соответствующих объектов, а сами аксиомы рассматривать как характеристику связей между этими признаками. Отыскание таких правил соотношения аксиом формально построенной системы с той или иной предметной областью называется *интерпретацией*.

В процессе интерпретации исходные понятия теории получают дополнительные определения (кроме тех, которые задавались их связями в аксиомах). За счет этого аксиоматическая система превращается в конкретную теорию определенной области действительности.

Если формальная аксиоматическая система создается на базе содержательной, то у нее с самого начала имеется естественная интерпретация, т. е. та предметная область, которая описывается и объясняется содержательной теорией. Но, кроме этого, формальная система приобретает новые интерпретации. Например, элементарная геометрия после построения ее как формальной аксиоматической системы уже интерпретируется не только на объектах, представляющих элементы наглядно воспринимаемого пространства (точки, прямые, плоскости), но и на объектах арифметики.

В этом заключается одна из важных эвристических функций формального подхода к построению аксиоматической теории. Он позволяет создавать теоретическую структуру до того, как выявлена соответствующая ей область, и затем отыскивать указанную область под заданную теорию. Тем самым использование формальной аксиоматики значительно расширяет прогностические функции познания.

Применение формального метода построения аксиоматических систем особенно плодотворно сказалось на развитии математики. Оно привело к разработке таких абстрактных математических теорий, как теория групп, теория топологических пространств и т. д. На путях использования этой разновидности аксиоматического метода были успешно решены задачи обоснования неэвк-

лидовых геометрий, когда последние были вначале представлены как формальные системы, а затем им была найдена интерпретация на евклидовых объектах.

Дальнейшее развитие аксиоматического метода привело к переходу от формальной аксиоматики к третьей стадии — построению формализованных аксиоматических систем.

Формальное рассмотрение аксиом дополняется на этой стадии использованием математической логики как средства, обеспечивающего строгое выведение из них следствий. В результате аксиоматическая система начинает строиться как особый формализованный язык (исчисление). Вводятся исходные знаки — термины, затем указываются правила их соединения в основные формулы (аксиомы), и, наконец, методами математической логики из основных формул выводятся производные формулы. Так создается абстрактная знаковая модель, которая затем интерпретируется на самых различных системах объектов. Построение формализованной аксиоматической системы выступает как один из наиболее распространенных случаев применения метода формализации к задачам теоретического исследования.

Переход к формализованным системам открыл новые возможности построения научных теорий большой степени общности. Он облегчил создание абстрактных структур на базе содержательных теорий и переброску таких структур на новую область объектов. Вместе с тем формализация аксиоматических систем сделала более прозрачной логическую структуру теории, что намного облегчило перестройку на этой основе одних аксиоматических систем в другие.

Переход к формальной и формализованной аксиоматике породил ряд специфических проблем обоснования теории. Поскольку скелет будущей теории при таком подходе создается до того, как выявлены описываемые ею объекты, то важными становятся внутритеоретические критерии истинности. В частности, при построении аксиоматических систем важную роль играет установление непротиворечивости системы и ее полноты. Непротиворечивость означает, что теория не должна содержать логических противоречий, в противном случае она не будет иметь интерпретаций и будет беспредметной. Полнота означает, что всякое положение, которое можно сформулировать в теории, можно в ней доказать или

опровергнуть, т. е. вывести из аксиом само это положение или его отрицание.

Построение формализованных аксиоматических систем привело к большим успехам прежде всего в математике и даже породило представление о возможности ее развития чисто формальными средствами. Однако вскоре обнаружилась ограниченность таких представлений. В частности, Геделем в 1931 году была доказана теорема о принципиальной неполноте достаточно развитых формальных систем. Гедель показал, что невозможно решить вопрос о непротиворечивости таких систем их же собственными средствами. Теорема Геделя, а также ряд других исследований по обоснованию математики (Черч, Тарский) показали, что аксиоматический метод имеет границы своей применимости. Нельзя, например, всю математику представить как единую аксиоматически построенную систему, хотя это не исключает, конечно, успешной аксиоматизации ее отдельных разделов.

§ 4. Гипотетико-дедуктивный метод

В математике и логике теорией часто считается формальная или формализованная аксиоматическая система, которая интерпретируется на различных моделях. При этом теорию отличают от таких моделей. В эмпирических же науках модель, связывающая математический формализм теории с опытом, обязательно включается в состав теории. Модель должна быть обоснована как идеализированная схема взаимодействий, фиксируемых в опыте. Отсюда возникают особенности построения теоретических знаний в эмпирических науках. Специфическим приемом такого построения является гипотетико-дедуктивный метод, сущность которого заключается в создании системы дедуктивно связанных между собой гипотез, из которых в конечном счете выводятся утверждения об эмпирических фактах.

Этот метод в точном естествознании начал использоваться еще в XVII в., но объектом методологического анализа он стал сравнительно недавно, когда начала выясняться специфика теоретического знания по сравнению с эмпирическим исследованием.

Развитое теоретическое знание «строится не снизу» за счет индуктивных обобщений научных фактов, а развертывается как бы «сверху» по отношению к эмпириче-

ским данным. Метод построения такого знания состоит в том, что сначала создается гипотетическая конструкция, которая дедуктивно развертывается, образуя целую систему гипотез, а затем эта система подвергается опытной проверке, в ходе которой она уточняется и конкретизируется. В этом и заключается сущность гипотетико-дедуктивного развертывания теории.

Дедуктивная система гипотез имеет иерархическое строение. Прежде всего в ней имеется гипотеза (или гипотезы) верхнего яруса и гипотезы нижних ярусов, которые являются следствиями первых гипотез. Например, если рассмотреть закон свободного падения $\frac{ds^2}{dt^2} = g$ как гипотезу, подлежащую эмпирической проверке, то из нее вытекает следствие $v = \frac{ds}{dt} = gt$, откуда в свою очередь выводится $s = \frac{gt^2}{2}$ (путь падающего тела пропорционален квадрату времени), и, наконец, последнее подтверждается опытными данными¹⁰. Таким образом возникает следующая иерархия гипотез:

$$\text{I ярус: } g = \frac{ds^2}{dt^2}$$

$$\text{II ярус: } v = \frac{ds}{dt}$$

$$\text{III ярус: } s = \frac{gt^2}{2}$$

IV ярус: утверждения о пути, пройденном телом за одну, две, три и т. д. секунды, т. е. утверждения частного характера, проверяемые опытом: $s_1 = g/2 = 4,9$ м; $s_2 = g/2 \cdot 2^2 = 19,6$ м; $s_3 = g/2 \cdot 3^2 = 44,1$ м и т. д.

Такая иерархия — характерная особенность любой гипотетико-дедуктивной конструкции. Каждая гипотеза вводится так, чтобы посредством логико-математических методов из нее можно было вывести последующие гипотезы, а гипотезы низшего яруса непосредственно сверить с опытными данными.

В развитых науках чаще всего имеют дело не с одной, а с целой системой гипотез высшего яруса, из которых выводятся следствия, проверяемые в опыте.

Характерной особенностью гипотетико-дедуктивной системы является ее целостность. В ходе эмпирической проверки с опытом сравнивается вся система гипотез как

¹⁰ См.: Г. И. Рузавин. Гипотетико-дедуктивный метод. В кн.: Логика и эмпирическое познание. М., 1972, с. 89—90.

единое целое, и это делает процесс перестройки гипотез весьма сложной процедурой.

Наиболее простым является случай, когда имеется одна гипотеза верхнего яруса и из нее однозначно следует линейная цепочка промежуточных гипотетических высказываний, сравниваемых с опытом. В этом случае опытные данные сразу же выносят «приговор» гипотезе. Но чаще всего наука имеет дело с более сложными вариантами, когда верхний ярус гипотетической системы включает несколько гипотез и из нее следует ветвящая система промежуточных выводов. Тогда рассогласование гипотетической системы с опытом не означает, что в ней неверны все гипотетические положения. Может оказаться, что неверна только одна гипотеза, в то время как остальные являются правильными. Но опыт будет свидетельствовать против всей системы гипотез, не указывая, какой именно ее элемент подлежит изменению. Поэтому перестройка гипотетико-дедуктивной системы часто вызывает большие трудности и требует от ученых значительных творческих усилий.

Рассмотрим историю развития, например, гипотетико-дедуктивной системы, предложенной Лоренцем и затем развитой в теорию электронов.

Эта система включала в качестве исходных гипотетических постулатов следующие положения: 1) существует эфир (среда, в которой распространяется электромагнитное поле и которая служит абсолютной системой отсчета); 2) распространение электромагнитных волн в эфире описывается уравнениями Максвелла; 3) существуют электроны — тела конечных размеров, по объему которых распределен элементарный электрический заряд; 4) объемная плотность этого заряда является непрерывной функцией координат; 5) движение электронов относительно эфира осуществляется так, что эфир не увлекается электронами¹¹.

Эта система постулатов вводила идеализированную модель процессов электромагнетизма, в которой они изображались как взаимодействие электронов и эфира. Выражая содержание данной модели в математической форме, Лоренц получил систему уравнений, которая описывала это взаимодействие. Указанные уравнения совместно с содержательными постулатами, выступаю-

¹¹ Г. А. Лоренц. Теория электронов. М., 1953, с. 31—38.

щими в роли их интерпретации, явились гипотезами верхнего яруса. Из них следовали гипотезы низших ярусов, а именно, зависимости между плотностью диэлектрической среды и показателем ее преломления, вывод френелевского коэффициента увлечения для движущихся сред, уравнение, описывающее эффект Зеемана и т. д.

Все эти следствия гипотетико-дедуктивной системы Лоренца блестяще подтвердились опытом. Однако из постулатов Лоренца вытекали и такие следствия, которые опыт опровергал, в частности сюда относились предсказания, которые не согласовывались с результатами опыта Майкельсона. Указанное несоответствие было обусловлено неверной гипотезой эфира и связанным с ней представлением об абсолютном пространстве и времени как арене, на которой разыгрываются электромагнитные процессы. Однако в опыте проверялась целостная система лоренцевых постулатов, и поэтому вначале было неясно, какое именно гипотетическое положение верхнего яруса системы нужно изменить, чтобы согласовать теорию с опытом.

Перестройка рассматриваемой гипотетико-дедуктивной системы исторически шла двумя путями. Первый путь был предложен самим Лоренцем и заключался в том, что постулаты системы не подвергались перестройке, но в их число вводилась дополнительная гипотеза специально для объяснения результатов опыта Майкельсона. Лоренц предположил, что электроны, взаимодействуя с эфиром, изменяют свои размеры в направлении движения, в силу чего сокращаются размеры тел, так как они состоят из электронов. Опираясь на эту гипотезу, Лоренц сделал вывод, что линейки, с помощью которых измерялись расстояния в опыте Майкельсона, меняют свои размеры вследствие динамических эффектов, вызванных их движением относительно эфира.

Иной путь был предложен Эйнштейном, который видоизменил теорию Лоренца, начав с пересмотра ее фундаментальных постулатов. Эйнштейн вначале отбросил гипотезу эфира, а затем тщательно проанализировал смысл понятий «пространство» и «время», учитывая конечную скорость распространения электромагнитных импульсов, с помощью которых производится синхронизация часов и сравнение линеек в движущихся системах отсчета. В итоге он отказался от представлений об абсолютном пространстве и времени и создал специальную

теорию относительности. С позиций этой теории Эйнштейн перестроил электродинамику Лоренца в новую систему, которая объясняла все ранее известные факты и в то же время предсказывала ряд новых фактов.

Рассмотренный пример является типичным случаем, показывающим механизм перестройки гипотетико-дедуктивной системы под давлением фактов.

По мере развертывания гипотетико-дедуктивной системы в теорию в ней выделяется главная часть, своеобразное ядро системы, к которому относятся гипотезы верхнего яруса, и периферия — гипотезы, образующие промежуточный слой между ядром и эмпирическими данными. Если появляются факты, противоречащие системе, то исследователь стремится вначале, не изменяя ядра теории, расширить число гипотез, с тем чтобы ассимилировать новые факты. Именно так и поступил Лоренц, пытаясь согласовать систему своих постулатов с опытом Майкельсона. Но такой прием согласования усложняет систему, делает ее громоздкой и в конечном счете приводит к противоречиям.

Теория, создаваемая гипотетико-дедуктивным методом, может дополняться гипотезами, но до определенных пределов, пока не возникают затруднения в ее дальнейшем развитии. В такие периоды становится необходимой перестройка самого ядра теоретической конструкции, выдвижение новой гипотетико-дедуктивной системы, которая смогла бы объяснить изучаемые факты без введения дополнительных гипотез и, кроме того, предсказать новые факты. Чаще всего в такие периоды выдвигается не одна, а сразу несколько конкурирующих гипотетико-дедуктивных систем. Например, в период перестойки электродинамики Лоренца конкурировали между собой системы самого Лоренца, Эйнштейна и близкая к системе Эйнштейна гипотеза Пуанкаре.

В период построения квантовой механики конкурировали волновая механика де-Бройля — Шредингера и матричная механика Гейзенберга.

Каждая гипотетико-дедуктивная система реализует особую программу исследования, суть которой выражают постулаты данной системы (гипотезы верхнего яруса). Поэтому конкуренция гипотетико-дедуктивных систем выступает как борьба различных исследовательских программ. Так, например, постулаты Лоренца формулировали программу построения теории электромагнитных

процессов на основе представлений о взаимодействии электронов и электромагнитных полей в абсолютном пространстве — времени. Ядро гипотетико-дедуктивной системы, предложенной Эйнштейном для описания тех же процессов, содержало программу, связанную с релятивистскими представлениями о пространстве — времени.

В борьбе конкурирующих исследовательских программ побеждает та, которая наилучшим образом вбирает в себя опытные данные и дает предсказания, являющиеся неожиданными с точки зрения других программ. Однако это не означает, что от перспективной программы сразу же следует ожидать таких предсказаний и полного их согласования с фактами. Напротив, в самом начале своей реализации, когда гипотетико-дедуктивная система только разворачивает содержание своего ядра и создает слой промежуточных гипотез, она не сразу может приводить к открытию новых фактов. Более того, на первых порах реализации новой исследовательской программы она может противоречить фактам, если каждую гипотезу в промежуточном слое проверять непосредственно опытом¹².

Например, когда Ньютон выдвинул свою программу объяснения движения планет на основе законов своей динамики и закона всемирного тяготения, что составляло ядро гипотетико-дедуктивной системы, то первые промежуточные гипотезы были введены не для реального, а для идеального случая движения планет, и поэтому их следствия в принципе не согласовывались с опытом. Ньютон вначале рассматривал гипотетический случай движения одной планеты вокруг Солнца как фиксированного центра, причем движущиеся тела рассматривались как точечные массы.

Уравнение, описывающее этот случай, в принципе могло не подтвердиться реальными астрономическими наблюдениями, поскольку в нем не учитывалось, что Солнце и планеты взаимодействуют согласно третьему закону Ньютона и вращаются вокруг общего центра тяжести; что каждая планета при своем движении вследствие действия закона тяготения испытывает возмущающее воздействие со стороны других планет; что Солнце и планеты представляют собой не точечные, а вращаю-

¹² Imre Lakatos. Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. In „Criticism and the Growth of Knowledge“. Cambridge. 1970, pp. 135—136.

щиеся шарообразные массы и т. д. Вот почему Ньютон даже не сравнивал первое гипотетическое уравнение с опытом, а сразу же модифицировал его во второе уравнение, которое учитывало действие третьего закона, затем вывел третье уравнение, где планеты и Солнце рассматривались как массы-шары определенных размеров, и, наконец, вывел четвертое уравнение, учитывающее возмущение в движении планет. И только это четвертое уравнение Ньютон сопоставил с опытными данными.

Возможность всех этих шагов в развертывании гипотезы без обращения каждый раз к опытной проверке была заложена уже в исходных принципах исследовательской программы (постулатах, образующих ядро гипотетико-дедуктивной системы). Рассматривая сквозь призму этих постулатов реальную картину движения планет, Ньютон видел, что такое движение предстает как суммарный итог многих взаимодействий. Исследовательская программа подсказывала, как можно расчленить это единое целое на его отдельные компоненты, а затем вновь синтезировать их.

Сами постулаты гипотетико-дедуктивной системы указывают, на какой стадии в ее развёртывании нужно включать данные опыта, на которых она может быть проверена и, если нужно, перестроена. Поэтому неверно было бы утверждать, что каждую гипотезу, вводимую при развертывании теории, необходимо сразу же подвергать проверке. Специфика гипотетико-дедуктивного метода состоит в том, что каждая гипотеза играет роль определенного элемента в целостной системе гипотез и характер ее опытной проверки обусловлен свойствами гипотетико-дедуктивной системы в целом.

Гипотетико-дедуктивный метод может выступать в двух разновидностях. Он может представлять собой способ построения системы содержательных гипотез с последующим их выражением в языке математики и может выступить в виде приемов создания формальной системы с последующей ее интерпретацией. В первом случае вводится система содержательных понятий, которая затем получает математическое описание, во втором случае путь построения иной: вначале строится математический аппарат, который затем получает содержательную интерпретацию. Второй путь развития теоретической системы в эмпирических науках получил свое применение сравнительно недавно, причем в тех областях научного зна-

ния, которые достигли высокой степени математизации. К таким наукам относится прежде всего современная физика. В физике второй путь развертывания гипотетической системы получил название математической гипотезы или математической экстраполяции.

§ 5. Метод математической гипотезы

Знания современной теоретической физики могут быть рассмотрены как математический аппарат, получающий интерпретацию на объектах реальности. Академик Л. И. Мандельштам, характеризуя структуру физической теории, отмечал, что современная физика состоит как бы из двух частей. Ее первую часть образуют высказывания, которые составляют интерпретацию физических величин. Они указывают, как связать теоретические символы, обозначающие эти величины, со свойствами конкретных объектов опыта. Вторая часть — это уравнения теории, например уравнения Максвелла, Ньютона, Шредингера и т. п., которые образуют математический аппарат теории.

Обе части физической теории, подчеркнул Мандельштам, тесно связаны между собой. Если мы изменим математический аппарат, то изменится и смысл физических величин, а значит придется уточнять или даже изменять правила, по которым они связаны с реальными физическими объектами. И, наоборот, применяя правила связи физических величин с эмпирической реальностью, мы можем придать им такой новый смысл, который будет противоречить их прежней математической связи в уравнениях. И для того, чтобы сохранить математику, придется искать другие уравнения.

Классическая физика, по мнению Мандельштама, шла таким путем, что вначале создавала первую часть физической теории (интерпретацию), а затем вторую (математический аппарат). Поэтому смысл физических величин был ясен с самого начала: основные усилия исследователей в этом случае направлялись на то, чтобы отыскать математические формы, связывающие эти величины. В современной физике применяется другой путь, в известном смысле обратный классическому. «Исследователь вначале стремится отыскать математический аппарат, оперирует с величинами, о которых или о части

которых заранее вообще не ясно что они означают»¹³. Он подмечает в исследуемых явлениях некоторые весьма сходные с другими явлениями черты, для которых уже построены уравнения, и стремится перебросить эти уравнения на новую область изучаемой действительности, видоизменяя их так, чтобы можно было описывать эту новую область действительности. Затем исследователь ищет интерпретацию уравнений, устанавливая связи между величинами и объектами новой области. В этом собственно и заключается метод математической гипотезы.

Характеризуя этот метод, известный советский физик С. И. Вавилов писал: «Положим, что из опыта известно, что изученное явление зависит от ряда переменных и постоянных величин .., связанных между собой приближенно некоторым уравнением. Довольно произвольно видоизменяя и обобщая это уравнение, можно получить другие отношения между переменными. В этом и состоит математическая гипотеза, или экстраполяция. Она приводит к выражениям, совпадающим или расходящимся с опытом, и соответственно этому применяется дальше или отбрасывается»¹⁴.

Примером успешного применения метода математической гипотезы может служить история создания квантовой механики. При построении ее первого варианта Гейзенберг и Борн заимствовали из классической механики канонические уравнения Гамильтона. Вместо обычных динамических переменных, которые являются числовыми функциями, они ввели в эти уравнения величины иной природы — матрицы — и таким путем создали математический аппарат матричной механики. В это же время Шредингер, пользуясь методом математической гипотезы, создал аппарат волновой механики, которая позднее слилась с матричной и превратилась в общепринятую в настоящее время квантовую механику. При выводе своего уравнения Шредингер опирался на установленную опытом аналогию между поведением пучка микрочастиц и волновым процессом. Он заимствовал из классической физики математический аппарат уравнений с граничными условиями, которые применялись ранее для задач о собственных (дискретных) колебаниях струн. Особый вид этих уравнений Шредингер использовал как основу для вывода своего знаменитого кванто-механического уравнения.

Характерно, что математическая гипотеза позволила получить аппарат волновой механики, однако смысл многих величин этого аппарата (в частности, смысл вол-

¹³ Л. И. М а н д е л ь ш т а м. Лекции по оптике, теории относительности, квантовой механике. М., 1972, с. 323.

¹⁴ С. И. В а в и л о в. Избр. соч., т. III. М., 1956, с. 79.

новой функции) долгое время оставался неясным. Лишь позднее интерпретация этой величины была дана Борном, который указал «рецептуру» ее связи с опытом.

Процесс выдвижения математической гипотезы во многом связан с творческой интуицией исследователя, тем не менее можно указать некоторые типичные приемы, которыми в данном случае он пользуется. Прежде всего исследователь выбирает уравнения, которые описывают явления, имеющие объективные черты сходства с вновь изучаемым явлением. Возникающие на этой основе аналогии и приближенные модельные представления определяют выбор математических гипотез. Кроме того, в процессе математической экстраполяции используется ряд общих регулятивных принципов, которые целенаправляют творческий поиск, помогая находить уравнения, соответствующие новой области объектов¹⁵. К таким принципам относятся: законы сохранения (массы, заряда, энергии и т. д.), которые не должны нарушаться в новой теоретической системе; принцип соответствия (новые уравнения в предельном случае должны трансформироваться в уравнения классической теории); принцип причинности; принцип ковариантности (уравнения должны сохраняться при переходе от одной системы отсчета к другой) и т. д. Наконец, исследователь использует ряд эвристических принципов нефизического характера. Он предпочитает выбирать среди возможных форм гипотетических уравнений такие, которые бы удовлетворяли требованию простоты, логической строгости и разворачивались бы с применением уже принятых и апробированных наукой логических средств.

В регулятивных принципах, которыми руководствуется физик-теоретик при отыскании гипотезы, отображаются некоторые общие закономерности физической реальности и методов ее познания. Например, принцип причинности, законы сохранения отражают весьма общие законы природы, принцип соответствия выражает присущую познанию преемственность теорий, требование ковариантности выражает, с одной стороны, свойства закономерных связей действительности выступать как устойчивое, инвариантное начало в различных формах своего проявления, а с другой — выявляет независимость

¹⁵ См.: И. В. Кузнецов. О математической гипотезе.— «Вопросы философии», 1962, № 10, с. 89.

содержания знаний от самого субъекта. Благодаря своему объективному содержанию эвристические принципы облегчают поиск наиболее адекватных гипотез, соответствующих характеру изучаемой реальности. Они помогают отбирать перспективные гипотезы. Но окончательный приговор выносит опыт. Только он устанавливает, соответствует ли математическая гипотеза объективной реальности или нет.

Этап опытной проверки математической гипотезы — это особый и часто весьма трудоемкий для физика процесс. Трудности его связаны с поисками интерпретации, т. е. правил, по которым будут соотноситься с опытом физические величины нового уравнения. Подчеркивая эти трудности, П. А. Дирак писал: «Легче открыть математическую форму, необходимую для какой-нибудь основной физической теории, чем ее интерпретацию. Это потому, что число случаев, среди которых приходится выбирать при открытии формализма, весьма ограничено, так как в математике не много основных идей, тогда как при их физической интерпретации могут обнаружиться чрезвычайно неожиданные вещи¹⁶.

Примером таких неожиданных выводов, которые были получены после выдвижения математической гипотезы и ее интерпретации, может служить предсказание позитрона, выведенного на основании релятивистского уравнения Дирака. Длительные поиски интерпретации этого уравнения привели его к выводу о существовании позитронов, которые способны рождаться совместно с электронами, вступая с ними во взаимодействие, с последующей «аннигиляцией» и порождением гамма-квантов.

В период создания Дираком релятивистского уравнения о существовании позитронов ничего не знали. Они были предсказаны теоретически и лишь затем обнаружены экспериментально. В этом предсказании как раз и проявляется эвристическая ценность метода математической гипотезы, который позволяет делать неожиданные и глубокие предсказания. Предсказание позитрона явилось не единственным случаем открытия современной физикой новых объектов путем математической гипотезы. Аналогичным образом были открыты мезоны,

¹⁶ Dirac P. Physical interpretation of quantum mechanics. 1942, p. 3.

нейтрино, омега-минус гиперон и т. д. Таким образом, метод математической гипотезы является мощным средством современного научного познания. Особенно эффективно он работает там, где перестают действовать наши обычные представления, основанные на макроопыте.

§ 6. Восхождение от абстрактного к конкретному

Задача теоретического познания состоит в том, чтобы дать целостный образ исследуемого процесса. Любой процесс действительности можно представить как конкретное переплетение самых различных связей. Теоретическое исследование выделяет эти связи и отражает их с помощью определенных научных абстракций. Но простой набор таких абстракций не дает еще представления о природе объекта, его функционировании и развитии. Так, когда домарксовы экономисты зафиксировали отдельные стороны и связи, характеризующие капиталистическое производство, выведя такие абстракции, как «товар», «стоимость», «деньги» и т. д., то здесь еще не было цельного представления о сущности капиталистического производства и тенденциях его развития. Для того, чтобы создать такое представление, необходимо было мысленно воспроизвести процесс во всей полноте и сложности его связей и отношений. Эта работа была проделана К. Марксом, который выделил основные абстракции, характеризующие изучаемый объект, а затем, постепенно развертывая их содержание, построил целостную систему понятий, раскрывающую не только отдельные связи и стороны капиталистического производства, но и конкретное взаимодействие этих связей.

Такой прием исследования называется методом восхождения от абстрактного к конкретному. Применяя его, исследователь вначале находит главную связь (отношение) изучаемого объекта, а затем, шаг за шагом прослеживая, как она видоизменяется в различных условиях, открывает новые связи, устанавливает их взаимодействия и таким путем отображает во всей полноте сущность изучаемого объекта.

Метод восхождения от абстрактного к конкретному применяется при построении различных научных теорий и может использоваться как в общественных, так и естественных науках. Например, в теории газов, выделив ос-

новые законы идеального газа — уравнения Клайперона, закон Авагадро и т. д., исследователь идет к конкретным взаимодействиям и свойствам реальных газов, характеризуя их существенные стороны и свойства. По мере углубления в конкретное вводятся все новые абстракции, которые выступают в качестве более глубокого отображения сущности объекта. Так, в процессе развития теории газов было выяснено, что законы идеального газа характеризуют поведение реальных газов только при небольших давлениях. Это было вызвано тем, что абстракция идеального газа пренебрегает силами притяжения молекул. Учет этих сил привел к выводу уравнения Ван-дер-Ваальса, которое по сравнению с уравнением Клайперона выступало как более конкретное и глубокое выражение сущности поведения газов.

Широко используется метод восхождения от абстрактного к конкретному и в математике. Одним из многочисленных примеров его применения может служить процесс формирования первых идей и понятий топологии, связанный с доказательством теоремы Эйлера о многогранниках¹⁷.

Эйлер обнаружил, что для многих выпуклых многогранников имеет место формула $V - E + F = 2$ (где V — число вершин, E — число ребер, F — число граней многогранника). Доказательство справедливости этой формулы для всех выпуклых многогранников было предложено Коши. Оно сводилось к мысленному эксперименту, в процессе которого многогранник с одной удаленной гранью растягивался на плоскости, подвергался триангуляции, а затем, начиная с периферии путем мысленного удаления полученных треугольников, «пересчитывались» его вершины, ребра и грани. Этот мысленный эксперимент был распространен затем на самые различные виды многогранников (звездчатые, многогранники с вдавленной гранью и т. д.). Тем самым конкретные формы многогранников анализировались под углом зрения существенных характеристик, которые выявлялись в рамках мысленных экспериментов, связанных с превращением многогранников друг в друга путем операции мысленного растягивания их на плоскости (после удаления

¹⁷ Подробный логический анализ этого фрагмента истории математики можно найти в книге И. Лакатоса «Доказательства и опровержения». М., 1967.

одной грани) последующего восстановления объемной фигуры.

В результате мышление шаг за шагом открывало все новые существенные стороны многогранников, отображая их в системе развивающихся определений. Так, было установлено, что все многогранники могут быть разбиты на два класса: те, к которым применима операция превращения их в поверхность без разрывов после удаления одной грани, и те, к которым указанная операция не применима. Оказалось, что первый класс многогранников подчиняется формуле Эйлера, второй — нет. Наконец, было установлено, что любые многогранники первого типа могут быть превращены в шар путем произвольного растяжения и изгибов граней и ребер, но без разрывов, а вторые превращаются в ходе этой операции в другую фигуру — тор (топологическая фигура, имеющая поверхность типа баранки).

Таким путем от абстрактного определения Эйлера многогранника как геометрической фигуры, которая подчиняется формуле $V - E + F = 2$, теоретическое мышление пришло к системе определений, в которых Эйлеров многогранник был охарактеризован как конкретное отношение и взаимосвязь его существенных сторон. Он был определен как особый топологический объект, разновидностями которого является большой класс геометрических фигур, начиная с обычного выпуклого многогранника стереометрии с «жесткими» ребрами и гранями и кончая шаром, на поверхности которого нанесены параллели и меридианы (их пересечения могут быть рассмотрены как вершины Эйлерова многогранника, а отрезки, ограниченные точками пересечения, — как его ребра).

В процессе применения метода восхождения от абстрактного к конкретному познание движется от чувственно-конкретного к абстрактному и затем вновь к конкретному, но уже к понятому, проанализированному конкретному, которое представляется как единство абстрактных определений.

Так, если обратиться к рассмотренным нами примерам, то капиталистическое производство, взятое в его внешних проявлениях, реальные газы, конкретный набор различных многогранников выступают вначале как чувственно-конкретное, подлежащее теоретическому анализу. Изучение отдельных сторон капиталистического про-

изводства с помощью абстракций «товар», «деньги», «стоимость» и других, характеристика газов посредством законов Клайперона и Авагадро, определение Эйлеровых многогранников как таких геометрических фигур, которые подчиняются формуле Эйлера,— все это примеры перехода познания от чувственно-конкретного к абстрактному.

Но затем совершается переход от абстрактного к теоретически конкретному. На стадии марксовой теории капиталистического производства, развитой теории взаимодействия реальных газов, исследования топологических характеристик многогранника мышление вновь воссоздает конкретное, но уже как такое конкретное, в котором представлена во всей полноте сущность изучаемого предмета. Показательно, что именно на этой стадии вскрываются самые глубинные и основные законы функционирования и развития изучаемой действительности (например, Маркс открывает закон прибавочной стоимости, в теории газов появляется уравнение Ван-дер-Ваальса, в теории многогранников доказывается справедливость эйлеровой формулы для всех фигур, которые могут быть превращены в шар путем произвольной деформации без разрывов ребер и граней многогранника). Поэтому следует различать эмпирически-конкретное и теоретически-конкретное представление об объекте. На первой стадии познание еще не имеет дело с сущностью объекта, а на второй эта сущность раскрывается во всем многообразии ее сторон и отношений.

Метод восхождения от абстрактного к конкретному является важнейшим теоретическим приемом, обеспечивающим раскрытие сущности изучаемого объекта. Он предполагает движение от первых общих и абстрактных определений, схватывающих отдельные существенные стороны исследуемой действительности, к системе определений, воспроизводящих в мышлении взаимодействие этих сторон. В логическом плане это выражается во введении развитой системы понятий и высказываний на базе некоторых первичных понятий и высказываний, принятых за исходные.

Построение теории путем выведения следствий из некоторых исходных понятий и высказываний предполагает и аксиоматический метод. Поэтому внешне может показаться, что метод восхождения от абстрактного к конкретному выступает всего-навсего в качестве специ-

фического проявления аксиоматического подхода. Однако при более детальном рассмотрении обнаруживается, что между указанными методами имеется существенное различие.

При построении теории аксиоматическим методом достаточно иметь аксиомы и правила вывода, чтобы развернуть теоретическую систему. В случае же применения метода восхождения от абстрактного к конкретному дело обстоит иначе. Здесь новые утверждения вводятся путем соответствующего изучения реальных связей объекта за счет привлечения все новых условий, от которых исследователь первоначально отвлекался. Первичная, главная связь, выделенная мышлением в качестве исходной «клеточки» анализируемого объекта, трансформируется в более сложные связи, выраженные в форме новых теоретических определений данного объекта. Таким образом, развертывание теории в случае использования метода восхождения от абстрактного к конкретному осуществляется путем постоянного обращения к объекту, с которым исследователь производит реальные или мысленные эксперименты и на этой основе шаг за шагом воссоздает в мышлении конкретное переплетение его существенных связей. Переход от одних утверждений к другим протекает здесь путем синтеза ранее полученных знаний, целенаправленного реального оперирования с объектом. Правила вывода здесь используются, но сам вывод осуществляется не формально, а за счет содержательных операций со связями объекта, выявляемыми опытом.

Будучи одним из важных приемов построения теории, метод восхождения от абстрактного к конкретному применяется в современном научном исследовании наряду с аксиоматическим и гипотетико-дедуктивным методами. Эти методы, обладая своей спецификой, могут использоваться в определенном сочетании друг с другом. Так, используя метод восхождения от абстрактного к конкретному, исследователь внутри него может применять приемы гипотетико-дедуктивного построения отдельных звеньев теории. В то же время при использовании формально-аксиоматических приемов, когда ищут интерпретацию математических формализмов, прибегают к целой серии мысленных экспериментов, где используются правила метода восхождения от абстрактного к конкретному.

§ 7 Исторический и логический методы исследования

При изучении сложных развивающихся систем особое значение имеют исторический и логический методы исследования. Для уяснения сущности и специфики этих методов необходимо рассмотреть ту объективную основу, на которой они складываются.

Процесс развития, как и любой другой объективный процесс действительности, распадается на явление и сущность, на эмпирическую историю и основную линию развития, его закономерность, отражение которой составляет основную цель теоретического познания. Выявление этой закономерности может быть осуществлено двумя способами: историческим и логическим.

Исторический метод предполагает прослеживание истории во всей ее полноте и многообразии, обобщение эмпирического материала и установление на этой основе общей исторической закономерности.

Но эту же закономерность можно выявить, не обращаясь непосредственно к реальной истории, а изучая процесс на высших стадиях его развития, что и составляет основную цель *логического метода*.

Объективной основой этого метода является то, что на высших стадиях развития объекта в процессе его функционирования воспроизводятся основные черты предшествующих этапов развития. Причем история фиксируется в структуре объекта не во всем своем богатстве и многообразии, а только в тех моментах, которые были существенны для становления, она выступает здесь как бы в очищенном от случайностей виде. Иначе говоря, «сам объективный исторический процесс производит абстракцию, в которой удержаны лишь конкретно-всеобщие моменты развития, очищенные от исторической формы, зависящей от стечения более или менее случайно сложившихся обстоятельств»¹⁸.

Так, например, если мы рассмотрим внутриутробное развитие человека, то найдем в нем повторение основных этапов эволюции животного мира. В начальный период своего развития зародыш человека обладает хордой, что роднит его с предками позвоночных животных. Затем он напоминает зародыш рыбы: хорда отмирает и появляются жаберные щели, сердце, состоящее из одно-

¹⁸ Э. В. Ильенков. Диалектика абстрактного и конкретного в «Капитале» К. Маркса. М., 1960, с. 195.

го предсердия и одного желудочка, характерная для рыб примитивная почка-пронефрос и хвост, снабженный всеми мышцами, необходимыми для его движения. На еще более поздних стадиях развития зародыш человека приобретает сходство с зародышем рептилий: жаберные щели зарастают, образуется новая почка. Предсердие разделяется на левую и правую части. Далее появляется типичное для млекопитающих четырехкамерное сердце. На седьмом месяце зародыш человека напоминает детеныша обезьяны: он весь покрыт волосами, имеет тринадцать пар позвонков и характерное для обезьяны соотношение размеров тела и конечностей. Так в индивидуальном развитии человека отражена вся история становления животного мира в ее наиболее основных моментах.

Совпадение онтогенеза и филогенеза оформилось в науке в виде «основного биогенетического закона», который в общей форме выражается следующим образом: «зародышевое развитие является кратким повторением развития филогенетического»¹⁹. В свое время этот закон был высоко оценен Ф. Энгельсом, который видел в нем «надежнейшую опору для теории развития»²⁰

Разумеется, не следует думать, что в структуре ставшего объекта история отражается как в зеркале, стоит лишь взглянуть на нее, чтобы сразу же стали ясны все этапы ее развития. Связи элементов наличной структуры с предшествующими этапами развития могут быть выявлены лишь опосредованно, в результате сложной аналитико-синтетической деятельности человеческого сознания.

Научное познание развивающихся объектов в одинаковой мере пользуется как логическим, так и историческим методами. Но там, где доступно непосредственное изучение прошлого хотя бы по тем остаткам, которые сохранились до наших дней, может преобладать исторический метод, где такой возможности нет, используют логический метод. В целом же они диалектически связаны между собой, дополняя и обогащая друг друга.

Например, науки об истории человеческого общества по материальным и письменным памятникам воссоздают картину развития во всей ее полноте, а затем, обобщая

¹⁹ Ф. Мюллер, Э. Геккель. Основной биогенетический закон. М., 1940, с. 174.

²⁰ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 75.

эмпирический материал, выявляют общую закономерность этого развития. То же самое наблюдается в палеонтологии, которая по костным остаткам и отпечаткам на камнях растений и животных стремится воссоздать общую картину эволюции живого мира.

Однако наука часто сталкивается с такими объектами, историю которых нельзя реконструировать непосредственно, тогда прибегают к помощи логического метода. В астрономии, например, нет никакой возможности непосредственным путем установить историю небесных тел, но она в общих чертах может быть установлена косвенно с помощью логического метода. Так как различные астрономические объекты, сосуществуя, находятся на разных этапах развития, то создается возможность, сравнивая их между собой, восстанавливать их историю. Как отмечают С. Всехсвятский и В. Казютинский, на основании «тщательного анализа структуры какой-либо космической системы, элементов ее состава и протекающих в ней нестационарных процессов космогонист должен выявить элементы системы, указывающие на эти процессы развития, «восстановить» их первоначальный вид и условия, связанные с возникновением и развитием этих элементов, иными словами, раскрыть направление, характер развития системы, его механизм, исходный пункт и в конечном счете восстановить всю историю системы как закономерный, внутренне обусловленный процесс развития»²¹.

Подобный же метод используется для восстановления истории Земли. «На поверхности земли,— пишет В. Белоусов,— всегда существуют рядом области, находящиеся на различных стадиях развития, и их пространственные взаимоотношения отражают взаимоотношения во времени»²². Именно поэтому обращение «пространственного состава или налегания» пород друг на друга «в последовательность во времени» рассматривается в качестве важнейшей задачи в исторической геологии²³.

Наконец, следует сослаться на сферу мышления, где собственно и зародилась идея единства исторического и логического.

²¹ С. Всехсвятский, В. Казютинский. Рождение миров. Философские проблемы современной космологии. М., 1961, с. 36.

²² В. В. Белоусов. Основные вопросы геотектоники. М., 1954, с. 302.

²³ С. Бубнов. Основные проблемы геологии. М., 1934, с. 19.

В сфере мышления можно выделить два основных аспекта рассмотрения: во-первых, говорят о связи между индивидуальным развитием сознания и историческим развитием мышления людей, и, во-вторых, о связи логики и истории научного познания. Характеризуя первый тип связи, Энгельс писал: «Развитие какого-нибудь понятия или отношения понятий... в истории мышления так относится к развитию его в голове отдельного диалектика, как развитие какого-нибудь организма в палеонтологии — к развитию его в эмбриологии (или, лучше сказать, в истории и в отдельном зародыше). Что это так, было открыто по отношению к понятиям впервые Гегелем»²⁴.

Структура ставшего объекта не исчерпывается только теми элементами, которые связывают его с прошлым. Кроме того, в нее входят элементы, отличающие объект от исторических предшественников, приносящие нечто такое, что не было свойственно ни одному объекту в прошлом. Эти-то элементы и составляют специфику ставшего объекта, характеризуют высший уровень его развития и современное функционирование, в недрах которого складываются предпосылки для будущего состояния системы. Очевидно, что для полного знания предмета необходимо исследование как его истории, так и структурных особенностей и его функционирования. «Научное воспроизведение любого объективного процесса развития,— пишет Б. А. Грушин,—... всегда предполагает и представляет (по своей логической структуре) взаимодействие, единство анализов структуры и генезиса объекта»²⁵.

Исторический и логический методы взаимодополняют друг друга, что позволяет переходить от структуры ставшего объекта и законов его функционирования к законам развития, и, наоборот, от истории развития к структуре ставшего объекта, т. е. при изучении развития мы обращаемся к настоящему с тем, чтобы лучше понять прошлое, при познании же функционирования объекта мы обращаемся к прошлому с тем, чтобы лучше представить себе настоящее.

Как отмечает К. Маркс, анатомия человека представляет собой ключ к анатомии обезьяны, т. е. изучение раз-

²⁴ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 537.

²⁵ Б. В. Грушин. Очерки логики исторического исследования. М., 1961, с. 167—168.

витого объекта помогает лучше понять более низкие стадии развития.

С другой стороны, изучив развитое капиталистическое производство, выявив основные элементы его структуры, К. Маркс обращается к истории с тем, чтобы лучше уяснить взаимосвязь этих элементов и функционирование системы в целом. «Мы видели,— пишет он,— как деньги превращаются в капитал, как капитал производит прибавочную стоимость и как за счет прибавочной стоимости увеличивается капитал. Между тем накопление капитала предполагает прибавочную стоимость, прибавочная стоимость — капиталистическое производство, а это последнее — наличие значительных масс капитала и рабочей силы в руках товаропроизводителей. Таким образом, все это движение вращается, по-видимому, в порочном кругу, из которого мы не можем выбраться иначе, как предположив, что капиталистическому накоплению предшествовало накопление «первоначальное»...— накопление, являющееся не результатом капиталистического способа производства, а его исходным пунктом»²⁶.

И далее К. Маркс подробнейшим образом исследует историю этого «исходного пункта» капиталистического накопления, чему посвящается вся заключительная глава первого тома «Капитала». Это исследование помогает проследить шаг за шагом становление капиталистического производства, выявить генетическую взаимосвязь исходных экономических категорий и тем самым более четко представить законы функционирования капиталистического производства.

Раскрывая диалектическую взаимосвязь между этими методами, Ф. Энгельс писал, что логический метод «в сущности является не чем иным, как тем же историческим методом, только освобожденным от исторической формы и от мешающих случайностей. С чего начинается история, с того же должен начинаться и ход мыслей, и его дальнейшее движение будет представлять собой не что иное, как отражение исторического процесса в абстрактной и теоретически последовательной форме»²⁷

Будучи тесно связаны между собой и взаимодополняя друг друга, исторический и логический методы выступают как совершенно равноправные по своему теоре-

²⁶ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, с. 725.

²⁷ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 13, с. 497.

тическому статусу, ибо с логической точки зрения нет какого-либо преимущества в познании функционирования объекта по сравнению с познанием его истории. Поэтому вряд ли можно согласиться с отождествлением этих методов с познанием только эмпирического многообразия процесса развития (историческое) и выявлением общей закономерности этого развития (логическое). При таком подходе статусом теоретического исследования наделяется лишь логический метод, а исторический при всей его важности волей-неволей сводится к сугубо эмпирическому методу. Это приводит к тому, что историческая наука в целом зачисляется в разряд чисто эмпирического исследования (в виду того, что она преимущественно пользуется историческим методом), что, конечно, не может не вызывать возражений, ибо в любой науке эмпирия не может существовать в отрыве от теории. Последняя же, безусловно, имеет место и в исторической науке.

Более правильно было бы предположить, что и исторический, и логический методы в одинаковой мере используются на теоретическом уровне исследования. Исторический метод, реконструируя историю, восходит от её эмпирического многообразия к общим законам развития. Логический же метод, направленный на изучение ставшего предмета, также начинает свое движение с выявления эмпирических характеристик предмета с последующим выделением основных элементов структуры, знание которых важно как для уяснения функционирования предмета, так и для косвенного установления общих законов его развития.

Вычленение отдельных методов познания отнюдь не предполагает их изолированного употребления или их применения строго в той последовательности, в какой они рассматриваются при методологическом анализе. К такому расчленению методология вынуждена прибегать, так как иначе и невозможно изучить сложную структуру познавательной деятельности. В процессе же живого научного исследования отдельные методы используются в том или ином сочетании, образуя определенную систему методов, которая задается характером объекта и целями его изучения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Общая характеристика научного метода	
§ 1. Специфика научного исследования	6
§ 2. Понятие научного метода. Метод и теория	13
2. Материалистическая диалектика — методологическая основа научного познания	
§ 1. Методологические функции философских знаний в процессе научного открытия	20
§ 2. Специфика взаимодействия диалектического материализма и естественных наук	32
§ 3. Роль диалектико-материалистических принципов в современном научном исследовании	45
3. Общелогические приемы познания	
✓ § 1. Анализ и синтез	54
✓ § 2. Абстрагирование	58
✓ § 3. Обобщение	60
§ 4. Индукция и дедукция	63
§ 5. Аналогия и моделирование	71
4. Эмпирическое и теоретическое исследование	78
5. Методы эмпирического исследования	
§ 1. Наблюдение	95
§ 2. Описание	102
§ 3. Измерение	104
§ 4. Эксперимент	112
6. Методы теоретического исследования	
§ 1. Метод мысленного эксперимента	117
§ 2. Идеализм и формализация	121
§ 3. Аксиоматический метод	125
§ 4. Гипотетико-дедуктивный метод	130
§ 5. Метод математической гипотезы	137
§ 6. Восхождение от абстрактного к конкретному	141
§ 7. Исторический и логический методы исследования	146