

§ 4. АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ПРОЦЕССОМ ВОСПРИЯТИЯ И ПРОЦЕССОМ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МИРА

В предыдущих параграфах приложения мы обсуждали результаты исследований развития процесса восприятия отдельной человеческой личности в раннем детстве, а также результаты непосредственных исследований этого процесса у взрослых людей. На основании выводов, полученных при этих исследованиях, можно сформулировать утверждение, что в процессе восприятия мы получаем информацию о мире главным образом благодаря чувствительности к инвариантам во взаимосвязях между нашими собственными движениями, действиями, испытаниями и пр. и ответной реакцией, которую воспринимаем нашими органами чувств. Такие инвариантные взаимосвязи сразу же отражаются в нашем сознании в виде «конструкций» во «внутреннем виде-нии», включающих в себя фактически гипотезу, которая объясняет инвариантные характеристики, найденные нами вплоть до настоящего момента в подобного рода опытах. Эта гипотеза, однако, носит экспериментальный характер в том смысле, что она заменяется другой, если при наших последующих движениях, испытаниях и т. д. мы наталкиваемся на факты, противоречащие выводам наших «конструкций».

Мы видели, однако, на протяжении этой книги, что основные черты процесса исследования в физике очень похожи на черты процесса восприятия, описанного выше, и что в ходе дальнейшего развития физики, при переходе ее к более современным концепциям (например, в связи с теорией относительности), такая аналогия проявляется все отчетливее. Так, те стороны механики Ньютона, которые в конце концов нашли свое подтверждение, состояли в открытии инвариантности определенных соотношений (законов движения Ньютона) для широкого круга систем, движений, переходов между системами отсчета и т. д. Напротив, те стороны теории, которые, как считалось, описывают абсолютные характеристики (т. е. абсолютное пространство, абсолютное время, представление о неизменном веществе, постоянстве масс и т. д.), в конце концов оказались не только ненужными,

по и главными источниками недоразумений и ошибок при попытках распространить научные знания о законах движения на более широкий круг явлений. Важнейший шаг, сделанный Эйнштейном, основывался на отказе от подобных представлений об абсолютном и распространении на более широкую область представлений о законах физики как об инвариантных взаимосвязях (например, распространении этих представлений на область, включающую скорости, сравнимые со световой). Сделав это, он был уже вынужден отказаться от представления о фиксированном количестве вещества с постоянной массой. Вместо этого он ввел представление о массе как просто об относительно инвариантном свойстве, характеризующем соотношение между энергией тела и его инерцией (способностью противостоять ускоряющей силе) равно как и его гравитационными свойствами. Дальнейшее развитие современной физики, включая квантовую теорию и исследования превращений так называемых «элементарных» частиц (см. обсуждение в гл. 23), наводит на мысль, что, по-видимому, представление о неизменных сущностях, состоящих из веществ с постоянными качественными и количественными свойствами, следует вовсе отбросить и что для физики остается лишь возможность изучать относительные инварианты для как можно более обширного многообразия движений, преобразований координат, изменений перспективы и т. д.

Более того (как мы видели в гл. 24), оказывается, что утверждение, будто наука — это собиране абсолютных истин о природе или даже приближение к таким истинам в сходящейся последовательности, не находится в удовлетворительном согласии с фактами действительного развития научных теорий (до настоящего времени), и оно было фактически главным источником недоразумений при научных исследованиях. Как подчеркнул профессор Поппер, прогресс науки на самом деле осуществляется скорее путем выдвижения гипотез, которые подтверждаются до определенного момента, а потом, как правило, опровергаются. Затем выдвигаются новые гипотезы, подвергающиеся критике и проверке по «методу проб и ошибок», весьма напоминающем построение нашего непосредственного восприятия.

Интересный факт, который вытекает из одновременного рассмотрения развития современной науки и новейших открытий в области процесса восприятия, заключается в том, что новые идеи, необходимые для понимания и того, и другого, очень похожи. В этом параграфе мы изложим некоторые доводы в пользу той мысли, что эта аналогия не является случайной и что за ней кроется глубокая причина. Предполагаемая нами причина состоит в том, что научное исследование — это в основном способ расширения нашего *восприятия* мира, а вовсе не способ получения *знаний* о нем. Иными словами, наука занимается поисками новых сведений, существенная роль которых сводится к дополнительному расширению процесса восприятия. И если наука есть в основном способ расширения восприятия, то тогда, как мы попытаемся показать, вполне естественно, что некоторые важные стороны научного исследования будут весьма аналогичны соответствующим сторонам непосредственного восприятия¹⁾.

Поскольку до настоящего времени наука обычно рассматривалась как *главным образом* собирание знаний, то нужно начинать с более глубокого анализа вопроса о взаимосвязи между знанием и непосредственным восприятием. Как мы уже видели, все, что появляется в непосредственном восприятии, содержит некоторого рода абстракцию общей структуры взаимосвязей, инвариантность которых была обнаружена ранее в активном процессе исследования окружения; это и привело к рассматриваемому восприятию. Мы предлагаем рассматривать знание как *абстракцию более высокого порядка*, основанную на том, что оказалось инвариантным в широком круге опыта, включая и непосредственное восприятие.

Смысл этого утверждения, вероятно, можно разъяснить более непосредственно, обратившись сначала к данным Пиаже о развитии представлений о пространстве у детей (см. обсуждение в § 2 настоящего приложения).

¹⁾ Многие авторы уже отмечали аналогию между научным исследованием и восприятием. См., например, N. H. Hanson, *Patterns of Discovery*, New York, 1958; T. Kuhn, *The Nature of Scientific Revolutions*, Chicago, 1963.

Прежде всего ребенок открывает группу операций, при которых он может попасть из одного места в другое по некоторому пути и вернуться инвариантным образом на то же самое место по целому ряду разных путей. Позднее ребенок обретает способность *представлять себе* пространство (т. е. составлять мысленный образ его), содержащее даже те объекты, которых уже нет более в поле его непосредственного восприятия, а также представлять себе и воображаемый объект, отвечающий *ему самому*. Структура этого мысленного образа вполне соответствует тому, что ребенок нашел инвариантным в своем предыдущем опыте с группами движений. Поэтому такой мысленный образ *абстрагирует* некоторого рода «инвариант высшего порядка», т. е. нечто, обнаружившее свою инвариантность при непосредственном восприятии в широких рамках.

Говоря «абстрагирует», мы и не думаем утверждать, будто речь идет просто о процессе индукции или о проведении какого-либо суммирования приобретенного ранее опыта. Более того, каждый акт абстрагирования состоит в принятии некоторой «гипотезы» для того, чтобы объяснить уже обнаруженные в предыдущем опыте инварианты. При этом выбираются лишь те абстракции, которые выдерживают дальнейшие проверки и испытания. Они становятся в конце концов привычными, и мы забываем об их исходном гипотетическом и предположительном характере, начиная считать их присущими и необходимыми чертами всего существующего—во всех возможных областях и уровнях нашего опыта и наших исследований.

Далее Пиаже переходит к описанию того, как с развитием языка и логического мышления ребенок переходит к построению абстракций еще более высокого порядка, когда имеются уже оформленные конструкции из слов, идей, представлений и пр., выражающих инвариантные характеристики мира, абстрактно анализируемые им в его восприятии. В принципе, очевидно, такому процессу абстрагирования нет предела. Например, можно сказать, что естественные науки и математика строят абстракции еще более высокого порядка (выраженные словами, диаграммами и математическими

символами) для описания инвариантных характеристик, обнаруженных при экспериментах и наблюдениях (в последнем случае это делается на языке обычных абстракций нашей каждодневной разговорной речи и здравого смысла). Итак, все познание — это структура из абстракций, окончательная проверка которых состоит, однако, в процессе взаимодействия с миром, что и осуществляется при непосредственном восприятии.

Критический момент в этом всеобъемлющем процессе абстрагирования можно усмотреть в выделении некоторых элементов нашего «внутреннего видения», которые не относятся *прямо* к непосредственному восприятию. Это то, что мы *воображаем*, заключаем, символизируем, о чем думаем и т. д. Эти элементы затем, видимо, становятся по отношению к непосредственному восприятию абстракциями, отражающими общие структурные построения этого восприятия, — в значительной степени так, как карта отражает ту территорию, которая на ней изображена ¹⁾. Но как было отмечено в § 2, маленький ребенок не умеет быстро отличать воображаемое от получаемого в ответ на непосредственное восприятие. Таким путем возникает привычка смешивать наши абстрактные концептуальные «карты» с самой реальностью, и мы не замечаем, что это всего лишь карты. Когда ребенок подрастет, он сможет избежать такого смешивания в вопросах, касающихся внешней стороны явлений, но чуть только он перейдет к фундаментальным понятиям, таким, как пространство, время, причинность и пр., то это будет делать все труднее. В результате и взрослый человек сохраняет привычку смотреть на свои относительно абстрактные концептуальные карты как на присущие природе вещей, а не как на абстракции высокого порядка, обладающие лишь некоторой структурной аналогией с тем, что было найдено инвариантным на низших порядках абстрагирования. Именно такое смешивание, основанное на длительно держащейся привычке, и делает столь затруднительным ясный анализ этих фундаментальных проблем.

¹⁾ См. также гл. 29, где подобная же роль в физике придается диаграммам Минковского.

Возможно, что лучше всего можно проиллюстрировать эти соображения на следующем простом примере. Допустим, что мы смотрим на круглый диск. Его проекция на сетчатку глаза (т. е. непосредственно воспринимаемый вид) будет иметь форму эллипса (как это, например, изобразил бы художник, попытавшийся нарисовать диск в перспективе). И тем не менее мы *знаем*, что на самом деле это круглый диск. На чем же основывается такое знание?

Как было уже отмечено, глаза, голова, наше тело и т. д. всегда находятся в движении. При этом внешний вид диска непрерывно изменяется, подвергаясь фактически последовательным *проективным преобразованиям*, определенным образом связанным с этими движениями. Наш мозг обладает способностью различными путями (некоторые из них обсуждались в § 3) абстрагировать инварианты во всех этих движениях, изменениях перспективы и т. д. Эта абстракция, сводящаяся к утверждению, что только образ круглого объекта объясняет все изменяющиеся виды диска, является основой «конструкции», воспринимаемой нами во «внутреннем видении». «Гипотеза», что этот объект на самом деле является круглым, испытывается и проверяется затем при дальнейших перцептуальных контактах с объектом, и мы продолжаем придерживаться ее до тех пор, пока она выдерживает такие проверки и испытания.

Но понимание, что воспринимаемый объект является круглым, зависит также от знания, выходящего за рамки непосредственного восприятия. Так, с раннего детства человек учится *представлять себе*, как выглядит объект (даже рассматривая его с одной стороны, он воспринимает предмет круглым, как если бы он его ощупывал). Позднее он мог бы научиться представлять самого себя в виде точки на диаграмме, прослеживая путь световых лучей от окружности до своего места наблюдения и получая, таким образом, возможность понять, как круглый предмет приобретает в перспективе вид эллипса. Получив дальнейшее образование, человек способен перейти к еще более высокому уровню абстрагирования и математическим путем вычислить правильную форму диска, зная, как он выглядит, если смотреть из разных

точек, и зная, как в этих точках расположены относительно друг друга наблюдатель и объект (расстояние между ними и т. д.). Выполняя такое вычисление, он делает сознательно на высшем уровне абстрагирования то, что самопроизвольно делает его мозг на низшем уровне, т. е. находит ту единую структуру, которая объясняет инварианты в наших изменяющихся взаимосвязях с рассматриваемым объектом.

Мы видим теперь, что не существует *резкой* границы между абстракциями непосредственного восприятия и абстракциями, составляющими наши познания, даже если эти познания относятся к высшему уровню, достигнутому естественными науками и математикой. В самом начале наше непосредственное восприятие выражает «конструкцию» нашего «внутреннего видения», основанную на подсознательной абстракции инвариантов в нашем окружении или в тех процессах, с помощью которых мы вступаем с этим окружением в контакт. На каждом более высоком уровне абстрагирования повторяется подобный процесс открытия инвариантов на низких уровнях, и эти инварианты затем представляются в виде картин, образов, символических структур из слов и формул и пр. Такие абстракции на более высоких уровнях вносят вклад в общую структуру абстракций на низших уровнях, вплоть до абстракций непосредственного восприятия. Так между всеми уровнями абстрагирования осуществляется постоянное двустороннее взаимодействие.

Обратимся, например, к опыту наблюдения за ночным небом. В древности люди абстрагировали из звезд фигуры животных, людей и богов, в результате чего не были в состоянии смотреть на небо, не представляя себе на нем всего этого. В наши дни люди знают, что за зрительным образом неба стоит непомерно гигантский мир звезд, галактик, скоплений галактик и т. д. и что каждое существо, находясь в этом мире в каком-то месте, видит его под определенным углом зрения, и эта перспектива воспринимается как ночное небо. Современные люди не видят в небе животных, богов и т. п., они видят гигантскую Вселенную. Но даже и представления современной науки верны, вероятно, лишь в определенных

границах. Поэтому человек будущего, может быть, составит совершенно другое представление о том инвариантном целом, которое стоит за видимым нами образом ночного неба, а наше современное о нем представление будет рассматриваться, вероятно, как упрощение, приближение и предельный случай, но уж во всяком случае не как что-то совершенно правильное. Разве тогда нельзя сказать, что, поднимаясь на новую ступень развития, люди расширяют свое восприятие ночного неба, переходя от одного уровня абстрагирования к другому и приходя с каждым шагом к новой гипотезе о том, что инвариантно — что может наилучшим образом удовлетворять дальнейшим проверкам, испытаниям и пр.? Но если это так, то и самые абстрактные и общие научные исследования — это естественное продолжение того самого процесса, с помощью которого маленькие дети учатся вступать в перцептуальный контакт со своим окружением.

Как мы уже указывали в нескольких случаях (см., например, обсуждение работы Пиаже в § 2 и обсуждение вопроса о восприятии движения в § 3), одной из основных проблем, которые необходимо решить при каждом акте восприятия, является проблема учета конкретной точки зрения и перспективы наблюдателя. Ее решение существенным образом зависит от использования ряда уровней абстрагирования, каждый из которых соответствующим образом связан с другими. Поэтому человек не только непосредственно воспринимает эллиптический вид наблюдаемого впереди диска, он воспринимает также изменения видимой формы этого диска в результате тех движений, которые активно предпринимает сам наблюдатель. Его мозг способен абстрагировать из этих изменений информацию о его взаимоотношении с диском (например, о расстоянии до него). При этом существенно, что с помощью многих уровней абстрагирования, одновременно осуществляющихся в мозгу, оказывается возможным воспринимать не только проекцию рассматриваемого объекта, но и его взаимоотношение с наблюдателем. Отсюда в принципе всегда можно получить инвариантное представление о том, что происходит в действительности. Этому отвечает абстрагирование на

высоком уровне, когда, например, мы представляем себе пространство, содержащее диск и самого наблюдателя и отражающее их взаимоотношение. Когда кто-то говорит, что данный объект *на самом деле* круглый, то, очевидно, он не ссылается на непосредственное ощущение формы объекта; это утверждение есть следствие процесса дальнейшего абстрагирования, главные результаты которого представляются в этом воображаемом пространстве, содержащем как объект, так и говорящего.

Совершенно аналогичная проблема возникает в науке. Здесь руки, тело и органы чувств наблюдателя обычно как бы продолжены с помощью соответствующих приборов, которые обладают в *определенных отношениях* большей чувствительностью, большей разрешающей силой и большей степенью точности, чем эти органы, а также позволяют приходить в контакт с миром качественно по-новому. Но в том главном отношении, что наблюдатель *активно* исследует и испытывает свое окружение, эта ситуация весьма аналогична той, которая имеет место при непосредственном восприятии, без использования таких приборов.

При этом исследовании всегда наблюдается реакция на наши воздействия, и из взаимосвязей между изменениями такой реакции и известными нам изменениями состояния приборов мы получаем относительную информацию с том, что наблюдается (точно так же, как это происходит при непосредственном использовании самих органов чувств).

Однако, как и в случае непосредственного восприятия, такие наблюдения имеют очень малое значение, пока не известна взаимосвязь между прибором и наблюдаемой областью явлений. Эту взаимосвязь можно выяснить с помощью ряда абстракций. Таким образом, в каждом эксперименте известен не только результат наблюдения, но и конструкция прибора, принципы его действия и т. д., причем все это выясняется с помощью разнообразных предыдущих наблюдений и действий. Иными словами, каждый акт наблюдения включает и неявное наблюдение самого используемого прибора, выполняемое на разных уровнях концептуального абстрагирования. Но чтобы *понять* наблюдаемое, необходимы

всегда определенные способы подхода к проблеме, в которых совместно представлены как прибор, так и предмет наблюдения. Тогда и можно увидеть «цельную картину», в которой совокупность инвариантов наблюдаемого находится в определенной зависимости от прибора, и эта зависимость определяет, как такие инварианты «проектируются» на определенные регистрируемые реакции прибора.

В гл. 29 мы уже обратили внимание на частный случай обсуждавшейся выше проблемы. Именно в теории относительности пользуются диаграммами Минковского, с помощью которых можно в принципе представить все события, имеющие место во всем пространстве-времени. Однако в каждой конкретной диаграмме такого рода должна иметься линия, соответствующая мировой линии того наблюдателя, о результатах которого идет речь. На диаграмме она обычно играет роль оси времени. Если же мы захотим говорить о результатах, полученных другим наблюдателем, мы должны включить в эту диаграмму изображение и *его* мировой линии. Подобным же образом необходимо выбрать точку, изображающую место и время, определяющие перспективу данного наблюдения. Приняв все это во внимание, можно на основании реакции наблюдательных приборов (которая *существенно связана* с их скоростью, временем, местом наблюдения и пр., т. е. *относительна*) рассчитать инвариантные свойства наблюдаемой картины, причем факт получения разными наблюдателями разных результатов объясняется разной *взаимосвязью* этих наблюдателей и исследуемого процесса. Отсюда можно заключить, что теория относительности подходит к нашему миру тем же путем, каким человек подходит к своему окружению при непосредственном восприятии. В обоих случаях все наблюдаемое основано на абстрагировании того, что представляется инвариантным при различных движениях, с разных точек зрения, под разным углом, в разных системах отсчета и т. д. И в обоих случаях инвариант в конце концов удастся понять с помощью различных гипотез, выраженных на языке абстракций и на высших уровнях и служащих своего рода «картой», обладающей упорядоченностью, видом и структурой,

похожими на такие же характеристики предмета наблюдения.

Тенденция превращать в привычку использование таких карт свойственна как научному исследованию, так и непосредственному восприятию. Когда это происходит, мышление человека оказывается ограниченным тем, что согласуется с этими картами, ибо человек считает, что в них есть все, что вообще может быть — при всех условиях и во всех областях опыта. Например, представление здравого смысла об одновременности всего того, что совместно присутствует в нашем непосредственном восприятии, при абстрагировании привело к ньютонову представлению об абсолютном времени. В результате нам кажется внутренне противоречивым тот случай, когда два брата-близнеца, подвергнутые разным ускорениям, а затем вновь встречающиеся друг с другом, должны испытать разное изменение времени (см. гл. 28). Но в § 3 мы видели, что представление о едином однозначном времени, по-видимому, не может без недоразумений применяться также и в области нашего непосредственного восприятия. На это обстоятельство было обращено так мало внимания главным образом, вероятно, потому, что мы привыкли относиться серьезно лишь к тому, что согласуется с нашим привычным восприятием всего (происходящего как внутри, так и вне нас), как подверженного такому единому и универсальному упорядочению во времени.

Можно, кстати, отметить, что описанный здесь подход нашел еще более далеко идущее приложение в квантовой теории. Причина этого существенно связана с неделимостью кванта, приводящей к тому, что, когда мы наблюдаем нечто на атомном уровне с весьма высокой степенью точности, то оказывается, что должно иметь место неустранимое возмущение наблюдаемой системы тем квантом, который потребовался для наблюдения (факт, используемый при выводе знаменитого принципа неопределенности Гейзенберга). На уровне крупных масштабов действием таких квантов можно пренебречь. Поэтому, хотя наблюдатель должен активно производить движения и воздействовать на объект, чтобы прийти к восприятию чего-либо, он может в прин-

ципе (по крайней мере в крупномасштабном зрительном восприятии) действовать без значительного возмущения наблюдаемой им системы. При тех степенях точности, которые необходимы на атомном уровне, ситуация, однако, совсем другая. Здесь кванты света можно сравнить с пальцами слепого, которые могут обеспечить его информацией об объекте, если только они ощупывают и возмущают объект. Слепой тем не менее способен абстрагировать определенные инвариантные свойства объекта (например, размеры и форму), но при этом его мозг самопроизвольно *принимает во внимание* те движения, которым подвергается объект в ходе его перцептуальных операций. Подобным образом физик способен абстрагировать определенные инвариантные свойства атомов, электронов, протонов и т. д. (заряд, массу, спин и пр.), однако он должен при этом сознательно учитывать, какие *операции* использовались при его наблюдениях. (Подробное обсуждение этого вопроса, конечно, выходит за рамки нашей книги; эти вопросы, однако, автор надеется рассмотреть отдельно.)

§ 5. РОЛЬ ВОСПРИЯТИЯ В НАУЧНОМ ИССЛЕДОВАНИИ

В обсуждении, проведенном выше, было отмечено близкое сходство наших методов непосредственного восприятия мира и наших методов подхода к нему в современных научных исследованиях. Мы продолжим здесь непосредственное рассмотрение перцептуального по своей сущности характера научных исследований, предположение о котором было нами сделано в начале § 4.

Несмотря на то, что научные приборы, сделанные людьми, служат, как мы видели, как бы эффективным продолжением человеческого тела и органов чувств, все же не существует *внешних* структур, заменяющих *внутреннюю* сторону процесса восприятия (в котором инвариантные характеристики испытываемого нами формируют «внутреннее видение»). Поэтому дело *самого ученого* — выявить существующие противоречия между его гипотезами и наблюдаемыми фактами. Ученый должен быстро учитывать новые взаимосвязи в наблюдаемом