

Ян Хакинг
Научный реализм

1. ЧТО ТАКОЕ НАУЧНЫЙ РЕАЛИЗМ?

Научный реализм утверждает, что объекты, состояния и процессы, описываемые правильными теориями, существуют на самом деле. Протоны, фотоны, силовые поля, черные дыры так же реальны, как ногти на ноге, турбины, вихри в потоке и вулканы. Слабые взаимодействия физики малых частиц так же реальны, как влюбленность. Теории относительно структур молекул, содержащих генетический код, либо истинны, либо ложны, а по-настоящему правильная теория будет обязательно истинной.

Даже когда наша наука не описывает вещи правильно, реалист считает, что мы часто подходим близко к истине. Наша цель – открытие внутренней структуры вещей и выяснение того, что и кто находится в отдаленных частях вселенной. И не нужно нам быть излишне скромными, ведь мы сделали уже довольно много открытий.

Антиреализм утверждает обратное: электронов как вещей не существует. Конечно, существуют явления электричества и наследственности, но мы строим теории о состояниях, процессах и объектах микромира только для того, чтобы предсказать или вызвать события, которые нас интересуют. Электроны – фикция. Теории, которые их описывают, служат лишь инструментами мысли. Теории могут быть адекватными, полезными, подтвержденными или применимыми, но независимо от того, насколько мы восторгаемся умозрительными и технологическими триумфами естественных наук, мы не должны считать даже наиболее убедительные их теории истинными. Некоторые антиреалисты колеблются, считая, что теории служат мыслительными средствами, которые нельзя понимать как буквальное описание структуры мира. Другие говорят, что теории нужно воспринимать буквально и другого способа понимания их нет. Но такие антиреалисты настаивают на том, что, несмотря на возможную пользу от теорий, нет полных оснований полагать, что они истинные. Сходным образом, все антиреалисты не включают теоретические объекты в класс тех вещей, которые на самом деле существуют в мире: турбины – да, а фотоны – нет.

Конечно, мы овладели множеством явлений природы, говорит антиреалист. Генная инженерия становится таким же обычным делом как производство стали, но не будем обманываться. Не думайте, что действительно существуют длинные цепочки молекул, которые нужно сшивать. Биологи могут представлять аминокислоту, построив ее молекулярную модель из проволоки и цветных шаров. Эта модель может помочь нам представить явление. Она может предложить использование новой микротехнологии, но это не точная картина того, как вещи устроены на самом деле. Можно сделать модель экономики из блоков, рычагов, шаров и гирь. Каждое уменьшение веса M (“денежный запас”) производит уменьшение угла I (“уровень инфляции”) и увеличение числа N шаров в некоторой чаше (“количество безработных”). У этой системы правильные входы и выходы, но никто не скажет, что это и есть экономика.

Если вы можете их напылять, значит они реальны

Я не задумывался глубоко о научном реализме, пока один знакомый не рассказал мне об опыте, направленном на выявление существования дробных электрических зарядов, которые называются кварками. Реалистом здесь меня сделали скорее не кварки, а электроны. Позвольте мне рассказать эту историю.

Она хоть и принадлежит прошлому, но связана с сегодняшней научной практикой. Начнем со старого опыта с электронами.

Фундаментальной единицей электрического заряда долгое время считался электрон. В 1908 году Р.Э. Милликен поставил замечательный опыт по измерению этой величины. Крохотная отрицательно заряженная капелька масла удерживается в воздухе между двумя заряженными пластинами. Сперва этой капле позволяют упасть, устранив электрическое поле. Затем поле вновь вводят для того, чтобы ускорить падение. Зная конечные скорости капли в этих двух опытах, коэффициент вязкости воздуха, удельные плотности воздуха и масла, а также ускорение свободного падения, можно вычислить заряд капли. В многочисленных опытах заряды этих капель кратны некоторой величине. Эта величина и принимается за минимальный заряд, то есть за заряд электрона. Как и все другие опыты, этот опыт использует предположения, которые лишь приблизительно верны, например, предположение о том, что капли имеют сферическую форму. Вначале Милликен не учитывал тот факт, что размер капли невелик по отношению к средней длине пути молекулы воздуха и что, вследствие этого, происходит ряд столкновений капли с молекулами. Но идея эксперимента ясна.

Электрон долго считали единицей заряда, которая обозначалась буквой e . Однако физика элементарных частиц, все больше настаивает на реальности объекта под названием кварк, который имеет заряд $1/3 e$. В теории ничто не говорит о том, что кварки имеют независимое существование: если они появляются, утверждает теория, они немедленно вступают во взаимодействие и тут же слипаются. Но это не остановило замечательный опыт, проделанный Ларю, Фэйрбэнком и Хэбардом в Стэнфорде. Они искали “свободные” кварки, взяв за основу идею Милликена. Поскольку кварки могут редко встречаться или обладать малым временем жизни, следует использовать не маленькую, а большую каплю, поскольку в этом случае больше шансов, что на ней окажется кварк. Капля, которую использовали в этом опыте, хотя и весила всего 10^{-4} грамма, была в 10^7 раз больше, чем капли Милликена. Если бы она была из масла, она бы падала как камень. Вместо этого, ее сделали из вещества, называемого ниобием, которое было охлаждено ниже своего порога сверхпроводимости, равного 9°K . Если электрический заряд начинает двигаться по этому очень холодному шару, он никогда не остановится. Значит, капля может парить в магнитном поле и двигаться вперед и назад при изменении поля. Возможно также, используя магнетометр, точно определить местоположение и скорость капли. Начальный заряд, помещенный на шар, постепенно меняется, и, используя современную технологию аналогично Милликену, можно определить, происходит ли переход от положительного заряда к отрицательному при нулевом заряде или при $\pm 1/3e$. В последнем случае на шаре находится один свободный кварк. В своем последнем препринте Фэйрбэнк и его ассистенты пишут об обнаружении четырех дробных зарядов $+1/3e$, четырех зарядов величиной $-1/3e$ и тринадцати нулевых зарядов.

Как теперь изменить заряд на ниобиевом шаре? “Ну, – сказал мой друг, – на этой стадии мы напыляем на него позитроны, чтобы увеличить заряд, или электроны, чтобы уменьшить его.” С того дня я стал научным реалистом. Для меня, если нечто можно “напылять”, оно реально.

Вопрос о существовании дробных зарядов с большим временем жизни служит предметом полемики. Не кварки убедили меня в научном реализме. И, может быть, в 1908 году в этом не смогли бы меня убедить электроны. Всегда существовало множество обстоятельств, способных вызвать подозрение скептика, например, неотступная мысль о межмолекулярных силах, действующих на капли масла. Не были ли они тем, что мерял Милликен на самом деле, так что измеренные им величины ничего в действительности не говорят о так называемых электронах? Если так, то на самом деле Милликен не продвинулся на пути к доказательству реальности электронов. Может, это были минимальные электрические заряды, но не электроны? В нашем примере с кварками у нас возникают те же проблемы. Маринелли и Морпурго в недавнем препринте предположили, что группа Фэйрбэнка измеряла новую электромагнитную силу, а не кварки. В реализме меня убедили вовсе не кварки, а тот факт, что к настоящему времени существуют стандартные излучатели, с помощью которых мы можем напылять позитроны и электроны, и это именно то, что мы с ними делаем. Мы понимаем причины, мы знаем следствия и используем их, чтобы обнаружить нечто. То же самое можно сказать и о всех остальных приборах, относящихся к этой науке, например, о приборах для подачи тока на сверхохлажденный ниобиевый шар и другие бесчисленные манипуляции с “теоретическим”.

О чем спор?

Человек практический говорит: принимайте во внимание то, что вы используете для того, чтобы делать то, что вы делаете. Если вы напыляете электроны – они реальны. Это здоровая реакция, но, к сожалению, проблемы реализма не решаются так просто. Антиреализм может показаться легкомысленным стороннику экспериментализма, но вопросы о реализме появляются в истории познания все время. Дополнительно к серьезным языковым (verbal) трудностям, касающимся значений слов “истинный” и “реальный”, имеются проблемы, относящиеся к субстанциональной природе (substantive questions)*. Некоторые из них появляются из переплетения реализма и других философских направлений. Например, исторически реализм смешивался с материализмом, в одной версии которого утверждается, что все существующее построено из малых частичек, образующих материю. Такой материализм реалистичен относительно атомов, но может быть антиреалистичен относительно “нематериальных” силовых полей. Диалектический материализм некоторых ортодоксальных марксистов создал большие трудности многим современным теоретическим объектам. Лысенко отвергал генетику Менделя частично из-за того, что не верил в реальность “генов”, существование которых она постулировала.

Реализм идет наперекор некоторым философским направлениям в вопросе о причинности. Часто полагают, что теоретические объекты обладают силой причинения, например, электроны нейтрализуют положительные заряды на ниобиевых шарах. Первые позитивисты девятнадцатого века хотели заниматься наукой, даже не упоминая о “причинах”, склоняясь также и к отказу от идеи теоретических объектов. Этот тип антиреализма весьма распространен в наше время. Антиреализм находит поддержку в некоторых представлениях о знании. Иногда он возникает из доктрины, утверждающей, что в реальности мы можем знать только предметы чувственного опыта. Это связано с фундаментальными

проблемами логики; именно антиреализм ставит вопрос о том, что делает теории истинными или ложными. Этот спор подогревался и некоторыми проблемами частных наук. Астрономы старой формации не хотели принимать позицию реалистов по отношению к Копернику. Они полагали, что представление о гелиоцентризме может облегчить вычисления, но не может сказать о том, как на самом деле устроена вселенная, так как, по их убеждению, центром вселенной является Земля, а не Солнце. Опять же, должны ли мы быть реалистами по отношению к квантовой механике? Должны ли мы, став на реалистическую позицию, говорить о том, что частицы на самом деле имеют определенное, хотя и неизвестное, положение и количество движения? Или, став на экстремально противоположную точку зрения, мы должны утверждать, что “коллапс волнового пакета”, происходящий во время микрофизического измерения – это взаимодействие с человеческим мозгом?

Проблемы, связанные с реализмом, не следует искать только в специальных естественных науках. Гуманитарные науки дают не меньше простора для споров. Это могут быть проблемы, связанные с либидо, супер-эго и переносом, о которых учил Фрейд. Можно ли использовать психоанализ для того, чтобы понять себя и другого, и в то же время цинично думать о том, что ничто в действительности не соответствует системе терминов, вводимых этой теорией? Что следует сказать по поводу предположения Дюркгейма о существовании реальных, хотя и не отчетливо различимых социальных процессах, которые действуют на нас столь же неумолимо, как и сила притяжения, и все же существуют сами по себе, “поверх” свойств индивидуумов, составляющих общество? Можно ли последовательно быть реалистом в социологии и антиреалистом в физике или наоборот?

Наконец, существуют мета-проблемы. Возможно, реализм служит наилучшим примером тщетности и тривиальности фундаментальных философских размышлений. Вопросы, которые впервые возникли в античности, являются достаточно серьезными. Некогда поднятый вопрос о том, реальны ли атомы, ни в чем не был неправилен. Но продолжение дискуссии об этом вопросе может быть лишь слабым суррогатом серьезных размышлений о физическом мире.

Предметом беспокойства здесь является антифилософский цинизм. Существует также философская антифилософия. Она полагает, что все множество проблем, относящихся к реализму и антиреализму, – это некое сказочное существо наподобие Микки-Мауса, основывающееся на прототипе, который преследовал всю нашу цивилизацию, – на образе знания, “представляющего” реальность. Когда идея о соответствии мысли и мира будет выброшена в подходящее место, а именно в могилу, не последуют ли туда, по этому мнению, реализм и антиреализм?

Движения, а не доктрины

Определения “научного реализма” всего лишь указывают путь. Это скорее подход, чем четко сформулированное учение. Это способ мыслить о содержании естественной науки. Изобразительное искусство и литература дают хорошие сравнения, поскольку слово “реализм” не только указывает на множество философских коннотаций, но и обозначает ряд художественных направлений. На протяжении девятнадцатого века многие художники пытались избежать условностей, которые навязывали им изображения идеальных, романтических,

исторических или религиозных сюжетов на огромных динамичных полотнах. Они предпочитали рисовать бытовые сцены, отказывались “эстетизировать” сцены, выбирали тривиальный, примитивный материал. Они отказывались идеализировать, возвышать его и даже не пытались делать свою живопись живописной. Эту реалистическую позицию приняли прозаики, следствием чего мы имеем великую традицию во французской литературе, проходящую через произведения Флобера и завершающуюся в ужасающих описаниях промышленной Европы, принадлежащих Золя. Цитируя давнишнее недоброжелательное определение, можно сказать, что “реалист – это тот, кто намеренно отказывается выбирать свои предметы среди прекрасного и гармонического и, в частности, описывает безобразные вещи с использованием неприглядных деталей”.

Такие интеллектуальные движения не испытывают недостатка в доктринах. Авторы многих из них выпустили свои манифесты. Все они были пропитаны философскими идеями тех дней и способствовали развитию этих идей. В литературе одно из направлений реализма того времени называлось позитивизмом. Но мы говорим скорее о движениях, направлениях, чем о доктринах, о творческой работе, имеющей разнообразные мотивации и частично определяющей себя через противопоставление другим способам мышления. В науке реализм и антиреализм имеют такие же черты: они тоже – скорее интеллектуальные движения, нежели сложившиеся доктрины. Мы можем подойти к спорам между ними, вооружившись парой определений на один абзац, но, уже находясь внутри этих споров, мы встретим сколь угодно много различных соперничающих мнений, которые составляют философию науки в ее нынешнем возбужденном состоянии.

Истина и реальное существование

Я буду использовать слово-гибрид “теоретический объект” для обозначения всякой всячины, постулируемой теориями, но которую мы не можем наблюдать. Лаконичность термина обманчива. Он обозначает, кроме всего прочего, частицы, поля, процессы, структуры, состояния и тому подобное. Существует два вида научного реализма: один – относящийся к теориям, другой – относящийся к объектам.

Для теорий важно, истинны ли они, могут ли они быть истинными или ложными, претендуют ли на истинность или стремятся к истине.

Для объектов важно, существуют ли они. Теории и истина волнуют большинство современных философов. Может показаться, что вера в теорию автоматически влечет за собой веру в существование объектов теории. Как можно верить в истинность теории кварков и отрицать существование кварков? Много лет назад Бертран Рассел показал, как это сделать. Тогда его интересовала не истинность теорий, а ненаблюдаемые объекты. Он считал, что мы должны использовать логику, чтобы переделать теорию так, чтобы предполагаемые объекты оказались логическими конструкциями. Тогда термин “кварк” не будет обозначать кварки, а будет сокращением сложного логического выражения, отсылающего только к наблюдаемым явлениям. Рассел был тогда реалистом в вопросе о теориях, но антиреалистом в вопросе об объектах.

Но можно быть реалистом в вопросе об объектах, но анти-реалистом в вопросе о теориях, как многие Отцы Церкви. Они верили в существование Бога, но верили и в принципиальную невозможность построения позитивной истинной

теории Бога: в лучшем случае можно перечислить, чем не является Бог – он бесконечен, неограничен и так далее. Аналогично по поводу научных объектов говорится, что у нас есть хорошие основания для предположения о существовании электронов, хотя ни одно законченное их описание не может претендовать на истинность. Наши теории постоянно пересматриваются, для разных целей мы используем различные и несовместимые модели электронов. Их не считают непогрешимыми, но, тем не менее, электроны существуют.

Два реализма

Реализм относительно объектов утверждает, что достаточно большое количество теоретических объектов действительно существует. Антиреализм отрицает это, утверждая, что эти объекты – фикции, логические построения или части интеллектуального аппарата, привлекаемого для описания мира. Или, менее догматично: у нас нет и не может быть причин полагать, что они – не фикции. Они могут существовать, но нам не нужно предполагать это, чтобы понимать мир.

Реализм относительно теорий утверждает, что научные теории являются истинными либо ложными независимо от того, что мы знаем: наука по крайней мере стремится к истине, а истина – это то, как устроен мир. Анти-реализм утверждает, что теории в лучшем случае имеют основания; они адекватны; с ними хорошо работать; они приемлемы, но не правдоподобны и т. п.

Составляющие

Теперь совместим утверждения о реальности и утверждения о том, что мы знаем. Из моего реализма относительно объектов следует, что признаваемый теоретический объект должен существовать, а не только быть удобным интеллектуальным средством. Это утверждение об объектах и реальности. Из него следует также, что мы на самом деле знаем о существовании (или имеем хорошие основания быть уверенным в этом) по крайней мере некоторых объектов современной науки. Это утверждение о знании.

Я совместил вместе знания и реальность, так как если бы у нас не было в настоящее время теоретических объектов, которые некоторые из нас считают действительно существующими, постановка вопроса была бы вообще бесполезной. Если бы мы говорили о какой-нибудь будущей научной утопии, я бы отказался принять участие в дискуссии. Две части вопроса, совмещенные мною, могут быть без труда разложены на составные части, как в нижеследующей схеме У. Ньютон-Смита. Он отмечает три составляющие научного реализма:

1) Онтологическая составляющая: научные теории являются либо истинными, либо ложными, и истинность или ложность теории есть следствие состояния мира.

2) Причинная составляющая: если теория истинна, теоретические термины теории обозначают теоретические объекты, являющиеся причинами наблюдаемых явлений.

3) Эпистемологическая составляющая: у нас может быть обоснованная вера в теории или объекты (по крайней мере, в принципе).

Грубо говоря, онтологическая и эпистемологическая составляющие Ньютона-Смита сводятся к моему реализму относительно объектов. Поскольку компонентов здесь два, здесь может быть и два вида анти-реализма. Один из них отвергает 1), другой отвергает 3).

Можно отрицать онтологическую составляющую. Вы отрицаете то, что теории должны восприниматься буквально; они не являются истинными либо ложными; они являются интеллектуальными средствами для предсказания явлений; они являются критериями для получения того, что произойдет в частных случаях. У такого подхода много версий. Часто идеи подобного рода называют инструментализмом из-за утверждения о том, что все теории суть инструменты.

Инструментализм отрицает 1). Можно отрицать 3), как, например, Бас ван Фраассен в книге “Научный образ” (1980). Он полагает, что теории должны восприниматься буквально; и нет другого пути для их понимания. Они являются либо истинными, либо ложными, в зависимости от состояния мира, другой семантики нет. Но у нас нет ни оснований, ни необходимости верить каким-либо теориям о ненаблюдаемом для придания смысла науке. Так он отвергает эпистемологическую составляющую.

Реализм относительно теорий для меня, грубо говоря, 1) и 3), но реализм относительно объектов для меня не вполне 2) и 3). Причинная составляющая Ньютона-Смита утверждает, что если теория истинна, то теоретические термины обозначают объекты, причинно ответственные за то, что мы можем наблюдать. Ньютон-Смит полагает, что уверенность в существовании подобных объектов зависит от уверенности в теории, в которую они введены. Но можно верить в существование каких-либо объектов и не верить в какую-либо определенную теорию, в которой они фигурируют. Можно даже считать, что ни одна общая фундаментальная теория об объектах не может быть истинной, так как такой истины нет. Нэнси Картрайт поясняет эту мысль в своей книге “Как лгут законы физики” (1983). Она имеет в виду именно это: законы обманчивы. Только феноменологические законы, возможно, верны, но мы можем, тем не менее, иметь представление о причинно действующих теоретических объектах.

Естественно, все эти сложные вопросы будут обсуждаться ниже. Ван Фраассен упоминается во многих местах, особенно в главе 3. Картрайт появляется в главе 2 и главе 12. Общее направление этой книги – от реализма относительно теорий к реализму относительно тех объектов, которые мы можем использовать в экспериментальной работе. Иначе говоря, движение от представления к вмешательству.

Метафизика и специальные науки

Мы будем также различать реализм в общем и реализм в частном.

Используем пример Нэнси Картрайт: после работы Эйнштейна по фотоэлектрическому эффекту фотон стал неотъемлемой частью нашего понимания света. Тем не менее, существуют такие серьезные ученые, занимающиеся оптикой, как Уиллис Лэмб и его коллеги, оспаривающие реальность фотонов. Они полагают, что более фундаментальная теория покажет, что фотон – это артефакт существующих теорий. Лэмб не считает, что существующая теория света абсолютно ошибочна. Он полагает, что более основательная теория сохранит большинство нынешних воззрений о свете, но покажет, что эффекты, которые мы связываем с фотонами, в результате анализа уступят место другому аспекту природы. Подобный ученый вполне может быть реалистом в общем, но анти-реалистом в частном, в отношении к фотонам.

Такой локализованный антиреализм является предметом оптики, но не философии. Еще Н. Р. Хэнсон отмечал любопытную черту новых направлений в

естественных науках. Сначала идея предлагается обычно в качестве инструмента для расчетов, а не в качестве буквального представления о мире. Новые поколения рассматривают теорию все более реалистично. Лэмб – скептик,двигающийся в обратном направлении. Часто первые авторы неопределенно высказываются о своих объектах. Так, Джеймс Клерк Максвелл, один из создателей статистической механики, первое время неохотно говорил о том, действительно ли газ состоит из скачущих шариков, порождающих эффекты температурного давления. Он начал с рассмотрения такого описания как “просто” модели, которой удастся организовать все большее и большее число макроскопических явлений. Постепенно он становился все большим реалистом. Новые поколения физиков уже явно рассматривали кинетическую теорию как хорошее приблизительное описание истинного положения вещей. В науке вполне обычен переход от антиреализма относительно некоторой теории или ее объектов к реализму.

Осторожность Максвелла в вопросе о молекулах газа была составной частью общего неверия в атомизм. Сообщество физиков и химиков полностью убедилось в реальности атомов только в нашем веке. Майкл Гарднер хорошо обобщил некоторые сюжетные линии этой истории. Эта история заканчивается, по-видимому, полным анализом броуновского движения в терминах молекулярных траекторий. Вся суть не в том, что при этом детально описано столкновение молекул с зёрнами цветочной пыльцы, взвешенными в жидкости, которое и создавало видимый эффект. Настоящим достижением был новый способ определения числа Авогадро с использованием эйнштейновского анализа броуновского движения и экспериментальных методик Жана Перрена.

Конечно, это открытие было “научным”, а не “философским”. Но, тем не менее, реализм в вопросе об атомах и молекулах был некогда центральной проблемой в философии науки. Реальность атомов и молекул не являлась лишь частной проблемой, касающейся одного вида объектов, поскольку эти частицы были основными кандидатами на роль фундаментальных. Многие из наших теперешних положений о научном реализме были разработаны именно тогда, в связи с этой полемикой. Само понятие “научный реализм” вошло в употребление в то время.

Таким образом, реализм в общем и реализм в частном должны различаться, с той оговоркой, что реализм в частном может преобладать в дискуссии, которая определяет развитие реализма в общем. Вопрос о реализме в частном следует решать путем исследования и развития каждой частной науки. В конце концов, скептик в вопросах о фотонах и черных дырах будет вынужден смириться. Реализм в общем перекликается со старой метафизикой и современной философией языка. Он гораздо меньше зависит от фактов мироздания, чем любой реализм в частном. Тем не менее, эти “реализмы” не полностью независимы, и часто на этапах, которые определяли наше прошлое, они были тесно связаны.