

Ю. КАЭВАТС

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО И НАГЛЯДНОГО В ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Представил Г. Наан

Любая физическая теория не наглядна, не имеет непосредственно чувственной природы в том смысле, что она является отражением сущности изучаемых объектов и излагается в абстрактных по содержанию физико-математических понятиях и символах. Средства мыслительной деятельности, освобожденные от ограничений чувственной наглядности, способны идеально воспроизвести такие стороны, отношения, связи, свойства объектов материальной действительности, которые недоступны непосредственно наглядному созерцанию.

Однако теория создается исходя из потребностей и для информирования практики¹, поэтому она всегда должна быть способна к «стыковке» с предметной действительностью. Отсюда стремление теоретических знаний к чувственно-наглядной основе.

Диалектическая в основе своей природа теоретического знания ведет к непреодолимым трудностям исследования взаимодействия концептуального аппарата и наглядных (образных) моделей в физической теории, когда с самого начала игнорируются диалектический метод и понимание теоретического познания как «свернутой» практической деятельности.

Общая характеристика структуры процесса развития человеческого познания с предельной четкостью выражена В. И. Лениным: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике — таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности».² Однако конкретизация этой основополагающей схемы в узловых пунктах оказывается задачей сложной. Взаимодействие концептуального (логического, абстрактного, формального, математического) и наглядного (чувственного, конкретного, содержательного, собственно физического) в становлении, структуре и функционировании физической теории всегда служило почвой для идеалистических лжеистолкований. На многие конкретные вопросы даже марксистские методологи дают подчас несовпадающие между собой ответы, а некоторые проблемы решены пока явно неудовлетворительно.

Человеческое мышление полиморфно: в зависимости от ориентиро-

¹ Ср.: «Теория необходима людям, чтобы информировать практику» (Корнфорт М. Открытая философия и открытое общество. М., 1972, с. 81) и «Теория обеспечивает возможные способы практической деятельности в той мере, в какой идеальные операции по ее построению должны быть связаны в некотором пункте с непосредственными практическими операциями» (Философия Гегеля и современность. М., 1973, с. 111).

ванности мышления и решаемых задач могут доминировать либо понятные средства, либо чувственные образы. Чувственное не только поставляет материал для мышления, но и участвует в нем. При этом «... в процессе познания чувственная его сторона все время обогащается в результате этого процесса (внутреннего взаимопроникновения чувственного и абстрактного. — Ю. К.) как целого. Отвлеченное содержание его, раскрываемое мышлением, как бы возвращается в сферу чувственного, откладывается в нем и, таким образом, открывается путь к такой чувственно-конкретной схематизации действительности, какая была невозможна раньше».³

В. А. Штофф раскрывает эту же ситуацию в методологических категориях: «... функцию, которую в обыденной жизни выполняет представление, в научном отношении выполняет модель. Она является промежуточным звеном между теорией, в которой отражена сущность, и самой действительностью. Если в теории как таковой наглядности может совсем отсутствовать, то модель соединяет в себе теоретические идеи и наглядные, то есть непосредственно доступные чувственности, выражения определенной системы связей, структуры и т. д.»⁴ Дальнейшее решение гносеологической проблемы наглядности — проблемы «о соотношении концептуального мышления, формирующего теории, которые отражают существенные связи, и чувственных образов, в форме которых поступает первоначальная информация о многообразии явлений объективного мира»⁵, — дается им на основе онтологической диалектической «модели» материального объекта, разработанной В. П. Бранским. По мнению последнего, с онтологической точки зрения наглядно (или «модельно») то, «что относится к явлению», не наглядно («не модельно») то, «что связано с сущностью».⁶ Однако основательная концепция В. П. Бранского в некоторых пунктах получила и критическую оценку, — например, в вопросе отражения в чувственном образе единичного и общего.⁷

При обсуждении проблемы наглядности иногда имеет место смешение понятий «наблюдаемость» и «наглядность». А. В. Славин справедливо указывает, что наблюдаемость (воспринимаемость) и наглядность следует относить к разным психическим механизмам и формам отражения: первая осуществляется на основе механизма восприятия, а вторая — на основе представления, творческого воображения. «Именно на основе механизмов взаимодействия теоретического мышления и образов воображения возможно реконструирование, наглядное воспроизведение непосредственно невоспринимаемых объектов».⁸

Всю недоработанность концепции наглядности можно проследить в следующем: одними авторами выражения «наглядная теория» и «наглядное понятие» признаются такими же бессмыслицами, как «круглый квадрат»⁹, тогда как другие считают вполне приемлемой постановку

² Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 152—153.

³ Вальт Л. О. Познавательное значение модельных представлений в физике. — Уч. зап. Тартуского ун-та. Вып. 153. Труды по философии. VIII. Тарту, 1964, с. 86.

⁴ Штофф В. А. К критике неопозитивистского понимания роли моделей в познании. — В кн.: Философия марксизма и неопозитивизм. М., 1963, с. 285—286. (Разрядка наша. — Ю. К.)

⁵ Штофф В. А. Моделирование и философия. М.—Л., 1966, с. 278—279.

⁶ Бранский В. П. Философское значение «проблемы наглядности» в современной физике. Л., 1962, с. 85.

⁷ См., например: Вальт Л. О. Познавательное значение модельных представлений в физике, с. 105; и др.

⁸ Славин А. В. Проблема возникновения нового знания. М., 1976, с. 185, 198.

⁹ См. Вальт Л. О. Познавательное значение модельных представлений, с. 96.

вопросов типа «Являются ли наглядными понятия и теории современной физики?». ¹⁰

*

Представляется, что деятельностный подход к познанию в его теперешней стадии развития позволит в раскрытии диалектики концептуального и наглядного наметить методологически эвристическую «систему отсчета», а в дальнейшем может стать основой в выявлении конкретных теоретико-познавательных механизмов.

Поскольку внешний мир в качестве объекта познания дан человеку в формах его деятельности, а не в форме созерцания, то объекты материального мира могут стать фактами сознания не иначе как через опосредующее звено — через формы внешней деятельности субъекта. В психологии проблему возникновения знания из действия пытается решить теория интериоризации. ¹¹ В ней обосновывается тезис о том, что сознание производится как внутренний план социальной практики, а познавательный образ является преобразованным, интериоризованным внешним действием. Отсюда вытекает важный вывод: материальная и духовная деятельность — это не различного вида деятельности, а взаимосвязанные стороны одной и той же деятельности. Д. В. Пивоваров выводам психологов дает философское истолкование: «Практика служит носителем информации от объекта к субъекту. В ее канве, в последовательности действий с предметами моделируется форма вещей. Производные от практики умственные действия позволяют переносить информацию от идеальных предметов в план мысленных образов». ¹²

При таком подходе исходной клеточкой, из которой в конечном итоге произрастает познавательная деятельность, является трудовая, практическая операция. При этом внутрипрактические противоречия (общее и отдельное, предметно-чувственная и целеполагающая деятельность и т. п.) не могут разрешиться сами по себе, а только в процессе познания. «Превращаясь в «свое иное» — в духовную деятельность, — практическая операция раздваивается на рациональные и чувственные образы. В своей взаимосвязи они представляют то исходное противоречие, которое возникло внутри практической деятельности. Постоянно совпадая друг с другом в процессе познания, они формируют знание». ¹³

Как конкретизируются эти общие положения применительно к научной теории? Теория нужна, чтобы развернуть непосредственно не поддающуюся практической проверке и использованию исходную идею до чувственно наглядной модели реального объекта и экспериментальной ситуации. Для этого в системе теоретических знаний должны существовать модели (частные теоретические схемы) и выражения для законов того типа взаимодействий, которые должны быть обнаружены в эксперименте и наблюдении. Эксперимент строится в соответствии с этими моделями («конструктивизация» действительности!) и законами. Применение уравнений, связанных с частной теоретической схемой, для расчетов и предсказаний наблюдаемых эффектов основано на том, что модельная схема может быть спроецирована на реальные взаимодейст-

¹⁰ См. Омельяновский М. Э. Диалектика в современной физике. М., 1973, с. 68. (Разрядка наша. — Ю. К.)

¹¹ См., например: Леонтьев А. Н. Проблема деятельности в психологии. — *Вопр. философии*, 1972, № 9; и др.

¹² Пивоваров Д. В. О соотношении предметного и операционального компонентов научного знания. — *Вопр. философии*, 1977, № 5, с. 91.

¹³ Там же, с. 93.

вня объектов опыта. Абстрактные объекты модели должны быть принципиально сопоставимы с признаками реальных объектов экспериментальной ситуации. Исследователь, имея в своем распоряжении такой «выход» теоретических знаний, заранее ориентирован в выборе объектов, которые должны образовать объектную структуру проводимых экспериментов.

Концептуальный аппарат теории (идеи, понятия и т. п.) фиксируется в языке теории. Содержание теоретического знания («содержание» понимается здесь по отношению к языку как к «форме») характеризует идеальную, «свернутую», сторону практической деятельности, схему этой деятельности, абстрактные объекты и их отношения. Концептуальный каркас теории образуется в мысленных экспериментах с абстрактными объектами теоретических схем. «Узловые точки» сложившейся понятийной структуры, генетически представляя собой специфические алгоритмы деятельности с исходными абстрактными объектами, выполняют функции категорий и обуславливают взаимосвязь всех элементов теории.¹⁴

Абстрактные объекты всегда фиксируются в соответствующих понятиях. В этом смысле трансляция и перестройка в рамках новой теоретической системы абстрактных объектов эффективно эквивалентна перенесению понятий из других областей знания и их переопределению в новой области. Таким образом, эти процедуры выступают как понятийная деятельность.¹⁵ Направляющую роль в построении одних абстрактных объектов из других (в «саморазвитии» теоретического знания) играют содержательные (семантические и прагматические) аспекты языка и формальные требования целостности создаваемой системы теоретических объектов.

Обозначить и заменить в мышлении предметы реальности, фиксированные в эксперименте или в другой форме научной практики, — важнейшая функция понятий. Однако понятия отображают не все многообразие объектных связей, а более или менее существенные, в зависимости от целей развиваемой деятельности, их признаки. Поэтому «сущность» — это не только характеристика предметов и явлений (раскрывающаяся через категории «основание», «начало», «основа», «закон», «общее» и т. д.), но и человеческой деятельности: «... в процессе человеческой деятельности сущность предметов является схемой производства и воспроизводства этих предметов. В процессе производства более существенные признаки предмета обуславливают менее существенные».¹⁶

В природе, вне человеческой деятельности, не существует такого объекта, который непосредственно соответствовал бы понятию. В качестве значения последнего выступает абстрактный объект — модель природного объекта. Лишь опосредованно, через изоморфные признаки и отношения абстрактного объекта с оригиналом, соотносится понятие с природным объектом. Деятельность экспериментатора «конструктивизирует» изучаемую действительность: целый ряд связей действительности опыта «... оказывается несущественным, и функционально выделяется лишь некоторая группа отношений, характеризующих изучаемый «срез»

¹⁴ Пивоваров Д. В. О соотношении предметного и операционального компонентов научного знания, с. 96.

¹⁵ Подробнее об этом см.: Степин В. С. Становление научной теории. Минск, 1976, с. 137—142; Грязнов Б. С., Стаханов И. П. К логическому анализу некоторых терминов науки. — В кн.: Очерки истории и теории развития науки. М., 1969, с. 377—389.

¹⁶ Вихалемм Р. А. О философском понимании понятия. — Уч. зап. Тартуского ун-та. Вып. 324. Труды по философии. XVII. Тарту, 1974, с. 10. Ср. также: Арсеньев А. С., Библер Б. С., Кедров Б. М. Анализ развивающегося понятия. М., 1967, с. 67.

действительности».¹⁷ Ими-то и задается смысл понятия (операциональная компонента в его структуре) и строится соответствующий абстрактный объект («значение» понятия, предметная компонента в его структуре).

Научное понятие отображает в своем абстрактном объекте такую сторону природного объекта, которая позволяет ему, не впадая в противоречие с фактами, заменять, моделировать реальный объект в системе теоретического знания. В ней понятие получает свое определение. Понятие и теория развиваются параллельно, в диалектическом взаимодействии. В интенсивном развитии теории понятие определяется в основном его местом в развивающейся теоретической структуре, а определение через перечисление существенных признаков оказывается подчиненным. По мере того как в системе обогащается совокупность теоретических связей, операциональная компонента в понятии уступает свою ведущую роль предметному содержанию. И уже в «готовой» теории понятие отражает главным образом свойства абстрактных объектов.¹⁸

*

Необходимым материальным условием восхождения от конкретного к абстрактному является изменение характера знаковой деятельности, посредством которой совершается процесс синтеза. «Усиление обобщенности и существенности концепта, как правило, — пишет Д. В. Пивоваров, — сопряжено с постепенным его освобождением от иконической знаковой оболочки, в которой он первоначально возникает, и с воплощением концепта в форму символа. По мере того как утрачивается прямая связь между символическим обозначением теоретического объекта и той эмпирической ситуацией, в контексте которой он первоначально обозначался, становится все более абстрактным и общезначимым операциональное значение понятия. Это облегчает установление сходства между операциями, порождающими данное понятие, и системой действий с различными вещами, которая выработана всем человечеством, наукой

¹⁷ Степин В. С., Томильчик Л. М. Практическая природа познания и методологические проблемы современной физики. Минск, 1970, с. 19—20.

¹⁸ Надо сказать, что подробные процедуры вычленения предметного значения в познавательных образах сложны и многообразны. Одно из усложняющих условий состоит в том, что по форме своего существования в сознании субъекта «предметность» и «операциональность» тождественны. Отличить предметное значение знания от операционального его значения можно только, соотнося образ с постоянно развивающейся практикой. Но и здесь нельзя ограничиваться просто ссылкой на практику как на универсальный способ позитивного решения всякого рода теоретико-познавательных проблем, а должны быть раскрыты механизмы опосредствованности и «свернутости». Природа генезиса предметного компонента знания из совокупности человеческих операций пока всесторонне не выявлена. Суть исследований В. С. Степина (самых обстоятельных в этом направлении) сводится к заключению, что предметное значение познавательного образа вычленяется тогда, когда образ получает интерпретацию в научной картине мира. Д. В. Пивоваров считает это требование необходимым, но недостаточным условием объективности знания. Он резюмирует свой анализ выдвинутым следующей «программой»: выявление предметного значения знания («...необходимо предполагает обобщение теоретических способов получения понятий вплоть до проецирования этих понятий на картину мира и постепенное совпадение этих концептуальных образований с системой чувственно-наглядных представлений. В конечном счете это означает согласование между собой двух противоположных сторон практической деятельности: общей технологии действия с конкретными условиями деятельности. В ходе интеграции чувственных и рациональных образов, порожденных внутридеятельностным противоречием, и выявления в них инвариантного содержания возникает знание, которое совпадает с объективной действительностью, и исчезают образы-пустышки, интериоризованные из неадекватных объекту действий» (Пивоваров Д. В. О соотношении предметного и операционального компонентов научного знания, с. 99).

вообще».¹⁹ Такое движение познания (т. е. обеднение эмпирической конкретности познавательного образа), повышение емкости знания²⁰ и уровня абстрагированности объектной структуры практики служит важнейшей предпосылкой для применения математических структур в фактуальных науках.

Математические объекты и структуры настолько абстрагированы от практической деятельности, что они уже полностью «освобождены» от эмпирических условий существования объектов. В математике эмпирический объект не отображается в его качественном определении (качество оказывается полностью абстрагированным), в ней существует «чистый» объект, который в конечном итоге восходит к эмпирическому объекту. Это значит, что предметное значение математического понятия является вполне реальным (исходный тезис материализма!), но не в форме объекта в его качественном определении, а в форме «чистого» объекта и деятельности. Математический объект можно заменить символом, и тогда он определяется через строгие и однозначные мысленные операции, опосредствованно копирующие свои предметные прообразы. Такая абстракция реального объекта на практике оправдана и обоснована. Особенно в таких практических ситуациях, где действительно не проявляются никакие «собственные» свойства данного объекта, и тогда абстракция представляет лишь те связи и отношения, которые у реального объекта возникают в результате определенных практических операций с такими же («бескачественными») объектами.²¹

Таким образом, и эмпирические схемы (представляющие содержание и общую структуру целого класса действительных экспериментов в рамках определенной практики), и частные теоретические схемы (представляющие инвариантное содержание и видение объекта соответствующих эмпирических схем), и фундаментальная теоретическая схема (абстрактные объекты которой представляют высшей степени идеализированную действительность в структуре фактуальной теории, которая опосредованно синтезирует все экспериментально-измерительные ситуации) являются в разной мере абстрагированными структурами практической деятельности.²² Однако

¹⁹ Пивоваров Д. В. О соотношении предметного и операционального компонентов научного знания, с. 97.

²⁰ Сухотин А. К. Гносеологический анализ емкости знания. Томск, 1968 (VII глава).

²¹ Подобного взгляда на природу математических объектов придерживаются авторы книги: Teaduse metodoloogia. Tallinn, 1979.

²² Учитывая сказанное о математических структурах, хочется высказать предположение, что в составленной по мере абстрагированности от практики иерархии теоретических систем они «размещаются над» фундаментальными теоретическими схемами. Математические структуры настолько абстрагированы от объектной структуры практики, что качественная определенность последней вообще не отображается, денотат представлен лишь с количественной стороны, как «чистый» объект. Но все мысленные операции, осуществляемые в математических рассуждениях, в конечном итоге выступают как мысленное продолжение и отражение инвариантных аспектов практических операций: «... непосредственные предметы математики и физики находятся в глубоком внутреннем родстве... их непосредственный предмет есть некое единое поле... Эта субстанция (состояниями, модусами которой являются абстрактные объекты физики и математики. — Ю. К.) есть не что иное, как абстрактный, лишенный качественных различий аспект мира, выявляемый вещной деятельностью. Строение как математической, так и физической реальности непосредственно отражает не только объективный мир природы, но и объективную структуру предметной деятельности освоения количественной стороны мира» (Косарева Л. М. Предмет науки. М., 1977, с. 133, 136).

Благодаря тому, что математические структуры представляют инвариантное содержание более широкой области, чем теоретические схемы, они являются в фактуальных теориях содержательно не пустыми и обладают эвристической силой. (Ср.: «уравнения умнее их творцов».) Вышеуказанное родство выступает основой в образовании единых физико-математических объектов. В этой связи одна из причин чрезмерной математи-

практическое происхождение теоретических знаний зачастую очень трудно реконструируемо: это относится прежде всего к логике и математике, но большие трудности возникают и при доказательстве практического происхождения высших слоев теоретических знаний фактуальных наук. Это обусловлено тем, что, во-первых, в результате миллиардного повторения (В. И. Ленин) знания приобретают как бы априорный характер, становятся аксиомами, и, во-вторых, новые теоретические конструкторы строятся обычно на базе уже существующих (заимствование, перестраивание-переопределение понятий!). Понятно, что такая опосредствованная природа детерминации познания практикой порождает относительную самостоятельность познания. Следовательно, внутренние противоречия и внутренняя логика познания (т. е. противоречия внутритеоретической деятельности), наряду с практикой, также являются источником научных проблем.

*

Вооруженные новыми представлениями, вернемся к диалектике наглядного и рационального в теории. Поскольку теоретическое знание призвано вырабатывать план материального (предметно-чувственного) преобразования природных объектов²³, то под сформировавшимся концептуальным ядром теории (рациональной стороной теории, отображающей сущность объекта) подстраивается система модельных представлений, в общих чертах воспроизводящая в наглядной форме основные выводы теории. С помощью системы общих понятий (и соответствующих абстрактных объектов) конкретный предмет отображается как единство наиболее общих, типичных, существенных сторон, но обратной стороной обобщенности понятий предстает элиминирование богатства единичных деталей, индивидуальных чувственных свойств и сторон отражаемых явлений. С помощью понятий можно мысленно расчленить предметы и через их абстрактные объекты выделить общее и существенное, присущее всему классу данных предметов. Обобщение понятий повышает их эвристические возможности, но путь от них к эмпирической действительности становится все более длинным и опосредованным. Таким образом, для отражения действительности во всей ее конкретности теория должна включать понятия различной степени обобщенности; этой иерархии понятий соответствует иерархия идеальных объектов, нижние уровни которых наделены вполне конкретными и наглядными образами. Благодаря наглядным образам осуществляется проекция системы абстрактных значений на чувственно воспринимаемый мир в процессе практики.²⁴

«Рациональная модель объекта возникает из схемы действия с сетью идеализированных объектов, чувственная модель, напротив, строится на основе запаса представлений, обусловленных эмпирическим бытием субъекта, его научной или повседневной жизнью. Чувственная сторона теории выходит далеко за рамки отображения идеальных объектов и

зации теоретической физики в изучении «негеоцентрических миров», т. е. повышенной эффективности математики в исследовании микро- и мегамира заключается в следующем: чем больше новая область исследования отличается от изучаемых ранее, тем большей степени обобщенности требуются предварительные знания, которыми определяется порядок вычленения связей.

²³ Ср.: «... марксистская философия ... позволяет понять саму теорию как заготовку потенциальных способов действия с объектом» (Философия Гегеля и современность, с. 110—111).

²⁴ См. Михайлова И. Б. Чувственное отражение в современном научном познании. М., 1972, с. 200; Славин А. С. Проблема возникновения нового знания, с. 131—141.

благодаря этому может служить средством соотнесения теории в целом с объективной действительностью».²⁵

Если концептуальное содержание теории не находит своего адекватного чувственно-наглядного выражения, то теория, в лучшем случае, может быть только знанием о незнании, т. е. только научной проблемой, но отнюдь не знанием о реальности. Знание о реальности формируется постепенно, в процессе интерпретации рациональной модели объекта, в результате совпадения рационального содержания с чувственным «одеянием». Если в процедуре семантической (и связанной с ней эмпирической) интерпретации удается построить адекватную системе понятий образную модель объекта, то в эксперименте (в общем случае в практике) становится возможным выяснить, насколько выводы, сделанные на основе абстрактных объектов, можно истолковывать как знание о самой материальной действительности.

Построение совокупности образных моделей, соответствующей системе понятий и уравнений теории, весьма сложно, особенно в современной физике. Этот слой модельных представлений в иерархической структуре теоретических знаний имеет двойную детерминацию: со стороны концептуальной структуры теории («операций вообще») и со стороны опыта («единичных операций»). Исходная несоизмеримость различных смыслов физических величин является фундаментальной проблемой при построении образных моделей. В общей форме она формулируется так: 1) каким образом возможен научный опыт, 2) как результаты опыта (поскольку наблюдение, измерение и эксперимент принципиально не могут сами по себе дать ничего нового, кроме параметров индивидуальных объектов) соотносятся с научным объяснением, которое не может существовать в иной форме, кроме законов, выражаемых суждениями всеобщности и необходимости? Как опыт может стать содержанием мышления, входить в концептуальное содержание теории?²⁶ Это может произойти лишь тогда, когда опыт планируется самим мышлением, теорией (опять-таки «конструктивизация» действительности!). Действительно, в развитой теоретической науке совершенно очевидно, что теория определяет, что должно стать объектом эксперимента. Однако и сама теория не произвольна по отношению к результатам опыта: «...предопределив объекты, условия, структуру и возможные результаты опыта, мышление далее вынуждено оставить опыт наедине с собой, предоставить ему в этих пределах полную суверенность».²⁷

Главная особенность в познании «негеоцентрических миров» по сравнению с макроскопическим миром классической физики содержится в гносеологической проблеме, поставленной еще И. Кантом: как можно познать то, что адекватно нельзя представить? Эта недоступность объектов непосредственному восприятию («ненаблюдаемость») породила множество сложнейших теоретико-познавательных и методологических проблем, сущность которых заключается в усложнении связей рациональной модели с образными (наглядными) моделями в структуре фундаментальных физических теорий. Более того, эти модельные представления должны ассимилировать такие свойства микрообъектов (которых «требуют», «подсказывают» как рациональная сторона теории, в том числе математические структуры, так и опыт), которые не приемлемы для макроскопического опыта. Например, абстрактные объекты

²⁵ Пивоваров Д. В. О соотношении предметного и операционального компонентов научного знания, с. 96.

²⁶ Баженов Л. Б., Самородницкий П. Х. О роли опыта и логического мышления в построении научного знания. — *Вопр. философии*, 1976, № 6, с. 98.

²⁷ Там же, с. 99.

фундаментальной теоретической схемы классической механики и их отношения, несмотря на их высокую степень абстрагированности от практики (больше абстрагироваться от эмпирических условий нельзя, иначе вместо материальной точки получилось бы уже геометрическая точка, т. е. математический объект), наглядны (созерцаемы).²⁸ Абстрактные же объекты фундаментальной теоретической схемы квантовой механики, выраженные в терминах пространств векторов состояния квантовой системы и классического прибора, не обладают такого рода «преимуществами».

Проблема наглядности — специальная и обширная область исследования. Поэтому мы здесь ограничимся лишь некоторыми соображениями, имеющими первостепенное значение в решении проблемы о роли мысленных моделей в физической теории.

О наглядности понятий можно говорить, как нам представляется, лишь в связи с характером их абстрактных объектов, с их значениями. Большинство понятий классической физики интуитивно-наглядны, так как их абстрактные объекты имеют референта в виде конкретных чувственных предметов непосредственно в природе и связи структурных компонентов образа созерцаемы. Эту ситуацию, конечно, нельзя понимать таким образом, что понятия оказываются результатом непосредственного созерцательного восприятия и обобщения внешних свойств предмета. Нет, наглядность абстрактных объектов и образных моделей определяется прежде всего тем, что их проекция на внешне воспринимаемый мир не опосредована и не представляет сложности. В понятиях постигается всем знакомый, данный в непосредственном созерцании мир. А понятия типа «энтропия», «энтальпия», «потенциал» и др., появившиеся в арсенале описаний и объяснений в результате применения средств математики и компактного количественного представления характеристик более наглядной природы, относительно легко и довольно непосредственно связываются с наглядностью. Тем более, что в реальном научном тексте речь идет обычно не об энтропии вообще, а об определенном параметре конкретной системы.

Современная физика (а также химия, астрономия) вплотную подошла к такой ситуации, когда нельзя доказать реальность какого-либо явления, просто «указав на него пальцем», точно зафиксировав его одновременно «здесь» и «теперь». Все чаще возникают ситуации, когда физическое понятие вполне осмысляемо, но в то же время не имеет вещественного денотата. Что же тогда отражает такое понятие?

Эта проблема плодотворно решается в том случае, когда непосредственным предметом физики признается не первичная, природная, реальность, а нечто созданное физикой в процессе деятельного отражения первичной, известное под названием «физическая реальность».²⁹ Это

²⁸ Они в полной мере соответствуют основным аспектам наглядности: 1) доступность объекта чувственному созерцанию (К. Ф. Вейцекер); 2) наличие у объекта пространственных свойств (В. Гейзенберг); 3) механический характер законов движения объекта (В. Гейзенберг); 4) привычность к определенным понятиям (Д. Джинс, А. Марш, М. Планк, Л. И. Мандельштам, А. Ф. Иоффе); 5) простота, достигаемая применением упрощающих абстракций-идеализаций (П. Иордан), и т. п. (см. Штофф В. А. Моделирование и философия, с. 262).

²⁹ Концепция «физической реальности» как «второй реальности» исследовалась в нашей литературе в следующих работах: Хоанг Т. Р. Гносеологический анализ понятия «физическая реальность» в свете ленинской теории отражения. Автореф. канд. дис. М., 1969; Канак Ф. М. Физическое знание и его объекты. — В кн.: Логика и методология науки, М., 1967; Алексеев И. С. Проблема реальности в физике. — В кн.: Современная физика и проблема марксистско-ленинской теории познания, М., 1972; Косарева Л. М. Предмет науки; и др. Крупнейшие физики — Н. Бор, В. Гейзенберг и др. — также понимали «физическую реальность» противоречивой, обладающей определениями субъективности и объективности.

значит, что в содержание понятия «физическая реальность», помимо объекта, включается и «застывшая» человеческая деятельность в виде условий познания как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне. «Физическая реальность», являющаяся деятельным отражением природной реальности, есть тот контекст, в котором приобретают смысл теоретические понятия. Так же, как «...математические выражения приобретают смысл не в непосредственной проекции на созерцаемый мир, но на мир, осваиваемый в ходе предметной деятельности»³⁰, так и высказывания теоретического языка фактуальных наук говорят о связях и отношениях абстрактных объектов. Для последних во многих случаях (например, для «волн вероятности», «отрицательных энергий», «странности», ф-волны и т. п.) критерий объективности, в смысле вещественности, никак не подходит. Такие объекты идеально-реальны в том же смысле, что и стоимость в Марксовой политэкономии: они реальны не как чувственно воспринимаемые вещи, а как отношения вещей.³¹

Абстрактному объекту соответствует множество реальных объектов. Поэтому совсем не важно, от какого реального объекта отвлечен данный теоретический объект. Он выражает ту функцию, которую может выполнять данный материальный объект в системе целого. Следовательно, даже материальная точка непосредственно отражает не предмет (земной шар, молекулу), а функциональные отношения. Ситуация усложняется еще и тем, что в рамках теории фундаментальному теоретическому термину соответствуют, как мы выяснили выше, три понятия — одно эмпирическое (понятие эмпирической схемы) и два теоретических (понятия частной и фундаментальной теоретических схем). Например, «электрическая напряженность», как термин уравнений Максвелла, обозначает понятие фундаментальной теоретической схемы, операциональное определение которого дается с помощью точки поля и пробного заряда. Последние суть понятия частной теоретической схемы, определения которых даются через эмпирические понятия, и лишь последние определяются с помощью реальных измерительных приборов.³²

Именно в «механизме» такого многоступенчатого опосредования и характере абстрактных объектов (образующих значение понятий), думается, кроется опора для решения проблемы наглядности. Разница классической и современной физики в проблеме наглядности состоит в следующем. Абстрактные объекты и механические модели классической физики легко проецируются на воспринимаемые (наблюдаемые) органами чувств физические явления и процессы окружающего мира. Путь от абстрактного к конкретному представляется прямым и непосредственным потому, что формой деятельности по созданию «теоретического мира» являлись идеализация и схематизация реальных объектов и мысленное оперирование ими в идеализированных условиях. Непосредственная наблюдаемость материального референта обусловила такую ситуацию, при которой в методологических рефлексиях деятельность по созданию теоретического мира можно либо вообще игнорировать, либо

³⁰ Косарева Л. М. Предмет науки, с. 128.

³¹ И. С. Алексеев резюмирует анализ товарного фетишизма следующим образом: «Марксистский анализ явления товарного фетишизма, раскрывающий действительную сущность стоимости, которая феноменологически обнаруживает себя как свойство объекта-вещи (товара), представляет собой распрямление этого свойства, выражающееся в переводе его из свойства объекта в свойство деятельности». Здесь же представлены его аргументы о необходимости преодоления объектного фетишизма и в теории познания (Алексеев И. С. Концепция дополненности. Историко-методологический анализ. М., 1978, с. 218—231).

³² См. Степин В. С. Становление научной теории (I глава).

рассматривать лишь как вспомогательную; после мысленного экспериментирования с идеальными заместителями реального референта мышление вновь возвращается к реальному референту.

Так как материальные референты современных теорий ненаблюдаемы и осваиваются субъектом лишь косвенно, то рассматриваемая проекция становилась более и более опосредованной. Изменилась и природа составляющих проекции. Это в свою очередь вызвало перемещение в общей структуре познания. Образные модели уже играют относительно подчиненную и второстепенную роль по сравнению с математическими структурами. Ведущим стал метод математической гипотезы. Но без наглядности невозможен выход теории в практику, т. е. проекция знания на окружающий мир.

Познание ненаблюдаемого осуществляется на основе феномена вторичной наглядности (или вторичной конкретности).³³ «Возвращение в сферу конкретно-чувственного, сохраняя результаты логического познания, — это необходимый, но более трудный этап развития познания».³⁴ По характеристике Л. О. Вальта, это соотнесение концептуального с образностью и наглядностью происходит на следующей основе:

— перекомбинирование единичных образов в такое их сочетание, которое не реализуется в непосредственно воспринимаемом мире, но которое может отражать явления онтологически иного мира;

— переосмысление элементов чувственного образа, которые наполняются абстрактным содержанием (геометрические фигуры в фазовых «пространствах», диаграммы Фейнмана и т. п.);

— структурные компоненты образа могут быть связаны между собой не созерцанием, но математическим аппаратом.³⁵

Образные модели макрофизики воссоздали интуитивно достоверную чувственную форму материального объекта, но гипотетические образы в моделях чувственно непосредственно недоступных объектов напоминают структуру объекта лишь отдаленно, косвенно, ограниченно и даже противоречиво.

Наглядное представление и понимание объекта квантовой теории основывается на дополнительном моделировании объекта в виде частицы (аспект сохранения механической причинности) или волны (аспект сохранения пространственно-временного описания). Анализ аргументации Н. Бора позволяет под дополнительными моделями подразумевать «... такие модельные представления, которые:

а) относятся к одному и тому же объекту;

б) не могут быть сведены в одну наглядную картину и этим как бы противоречат друг другу. Логическая противоречивость описания при этом, однако, снимается указанием на несовместимость условий, при которых имеет место применение этих моделей;

в) каждая из моделей, взятая в отдельности, недостаточна для адекватного описания объекта. Ни одна из них не более «истинна», чем другая, — обе выступают как предельные и равноправные идеализации реальности;

г) только обе модели совместно при обязательном указании на усло-

³³ См. Вальт Л. О. Познавательное значение модельных представлений в физике, с. 105—108.

³⁴ Там же, с. 107.

³⁵ Там же, с. 105. См. также: Хютт В. П. Концепция дополнительности и проблема объективности физического знания. Таллин, 1977, с. 101; Кочарян Л. О. Роль моделирования в современной физике. Автореф. канд. дис. Ереван, 1974.

вия их адекватности дают полную информацию (представление) об объекте».³⁶

Итак, несмотря на то, что не может существовать единых целостных наглядных образов, которые адекватно выражали бы противоречивую сущность микрочастиц, наглядные модели являются и в познании «негеоцентрических миров» необходимым элементом познавательного процесса.

Все объекты, в том числе чувственно невоспринимаемые, о свойствах которых субъект имеет информацию, могут быть наглядно смоделированы. Притом характеристики макрообъектов получаются в результате эмпирических процедур и переносятся на модель путем идеализации; этот перенос попутно обеспечивает сходство модели и оригинала. Новое теоретическое знание, получаемое в результате оперирования с уравнениями (уравнения — это выражения отношений между элементами модели на языке математики!), представляет собой предсказание результатов эмпирических процедур до совершения последних. В построении же математического аппарата квантовой механики наглядные модели не играли серьезной роли. Функции управления теоретическими процедурами выполняли (вместо моделей) эмпирические знания. Лишь в процессе интерпретации появились совершенно отличные друг от друга (гипотетические по своей природе) модели-представления о микрочастице как о корпускуле и волне, которые были «дополнительными».

³⁶ Х ю т т В. П. Концепция дополнительности и проблема объективности физического знания, с. 117.

*Институт истории
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
18/I 1979

U. KAEVATS

KONTSEPTUAALSE JA NÄITLIKU VASTASTIKUNE TOIME FÜSIKATEOORIAS

Artiklis on käsitletud tunnetusprotsessi ja teoreetilist teadmist tegevusprintsibist lähtudes ning näidatud, et interioriseeritud vastuolulised praktikaoperatsioonid kahestuvad ratsionaalseteks ja meelelisteks kujunditeks. Objekti ratsionaalne mudel tekib ideaalsete objektide süsteemi talitlusskeemi alusel, näitlik mudel aga nende kujutluste baasil, mis on seotud subjekti empiirilise olemisega. Nende ühitamine abstraktselt konkreetsele liikumisel toimub interpretatsiooniprotseduuris. Näitlikkuse probleemi lahendamise võti peitub teoreetiliste mõistete tähenduseks olevate ideaalsete objektide mitmeastmelise vahendatuse eripäras.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Ajaloos Instituut*

Toimetusse saabunud
18. I 1979

*U. KAEVATS***DIE WECHSELWIRKUNG DES KONZEPTUALEN UND DES ANSCHAULICHEN
IN DER PHYSIKALISCHEN THEORIE**

Im Rahmen der tätigen Einstellung zur Erkenntnis wird gezeigt, daß das rationale Modell eines Objekts aus dem Schema des Zusammenwirkens mit einem Netz der ideellen Objekte entsteht. Das anschauliche Modell wird hingegen auf der Grundlage der durch das empirische Sein des Subjekts bedingten Vorstellungen geschaffen. Dem grundlegenden Terminus entsprechen in der Theorie drei Begriffe — ein empirischer (der Begriff eines empirischen Schemas) und zwei theoretische (der Begriff eines speziellen und der eines grundlegenden theoretischen Schemas). Im «Mechanismus» solch einer mehrstufigen Vermittlung verbirgt sich nämlich der Stützpunkt zur Lösung des Problems der Anschaulichkeit.

*Institut für Geschichtsforschung
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR*

Eingegangen
am 18. Jan. 1979