ФИЛОСОФСКИЙ СПОР ДВУХ ВЕЛИЧАЙШИХ ФИЗИКОВ XX ВЕКА

Т.А.Артыков, М.У.Мамадалиев

Мақолада XX асрнинг забардаст олимлари Нильс Бор ва Альберт Эйнштейннинг баҳс-мунозаралари ва улардан келиб чиқувчи ечимларнинг фалсафий таҳлили баён этилган. Хулосалар микроолам ва макроолам чегаралари ҳамда илмий назариялар тўлалиги ва физикавий реаллик масалаларини фалсафий таҳлил қилишга имкон беради.

Калит сўзлар: *корпускуляр-тўлқинли дуализм, тўлдирувчанлик, импульсли-энергетик тавсиф, "шаклан қабул қилиш", ноаниқлик принципи, "тушуниш шакллари", сепарация принципи, ноаниқлик тамойили, эвристика, фазо-вақт, сабабийлик.*

Статья посвящена философскому осмыслению квантовой и физической реальности микромира в целом. На основе спора Бора – Эйнштейна становятся ясными грани труднопонимаемых квантовых объектов, т.е. мира атомов и молекул. Для современной науки итоги спора великих физиков служат отправной точкой для развития физической теории.

Ключевые слова: *корпускулярно-волновой дуализм, дополнительность, импульсно-энергетическое описание, форма восприятия, "форма понимания", принцип неопределённости, принцип сепарации, эвристика, пространство-время, причинность.*

In this article is about philosophical thinking of kwant and physical reality of micro- and macro- world. Results of philosophical reports are based on the questions discussed by Nils Bor and Albert Einstein the greatest scientist of the 20th century. Conclusions help to analyze micro and macrowold boundries as well as the problem of physical reality philosophically.

Key words: *Corpuscular – wavy dualism, filling, impulse energetic recommendation, adopting in from, principle of indefiniteness, separation, undentifuing principle, space-time reasonableness.*

В боровской философии физики сложно переплетаются реалистические и нереалистические взгляды. Общая философия, которая связывает их, является формой прагматизма. Бор не был ни узким позитивистом, ни идеалистом как его часто характеризуют: он – скорее всего реалист. Если сопоставить учение о корпускулярно-волновом дуализме с атомистическим учением Нильса Бора, то становится ясным, что боровская теория дополнительности была попыткой решить проблему корпускулярно-волнового дуализма квантовых объектов, как сложнейшую проблему интерпретации квантовой теории. Сам этот дуализм был развитием проблемы дуализма непрерывности и прерывности материи, которую поставило перед физикой введение в неё квантовой гипотезы (квантования действия). Классическая физика представляла излучение как непрерывный волновой процесс. Но в 1905 г. А.Эйнштейн ввел гипотезу фотонов. Корпускулярно-волновые взгляды на излучение утвердились в физике, однако, только в 1923 г, когда был открыт эффект Комптона. Как известно, подходы Бора и Эйнштейна к проблеме излучения были в 1923 году диаметрально противоположными. Эйнштейн считал, что основной источник слабости классической физики лежит в электромагнитно- электродинамической теории. Бор же верил, что он скрывается в механике. Эйнштейн утверждал, что корректна статистическая интерпретация электромагнитной теории. Бор настаивал, что в статистическом смысле корректны законы сохранения. Если для Эйнштейна волновая модель излучения была просто наглядной метафорой для законов, управляющих движением фотонов, то для Бора модель фотона была такой же метафорой для законов, управляющих взаимодействиями между излучением и атомами. Опровержение теории Бора-Крамерса-Слетера в экспериментах Бете-Гейгера и Комптона-Саймона означало для Бора не доказательство корпускулярности света, а невозможность классического пространственно-временного описания взаимодействия излучения и вещества. В 1925 году Н.Бор рассматривал квантовую теорию как формальную и не придавал квантовой модели излучения реалистического значения. Такая модель имеет просто эвристический смысл, иллюстрируя трудностъ согласования дискретности, присущей атомам с непрерывностью, принимаемой классической электродинамикой [1.401-402].

По Бору, в квантовой физике используются классические понятия, но в силу квантования действия изменяется логическая структура их использования. Из квантового постулата следуют два вида до-

полнительности: 1) волны и частицы; 2) пространственно-временного и импульсно-энергетического описаний. Различие их состоит в следующем: понятия корпускулы и волны разделены в классической физике, но объединяются в квантовой; понятия положения и импульса объединены в классической физике, но разделяются в квантовой. Два или больше понятий или предложений дополнительны, если и только если они: а) различны по значению или определяют различные свойства; б) вместе образуют полное описание или представление вещи; в) взаимно исключают друг друга, либо несовместимы в логическом или эмпирическом смысле. Дополнительные понятия обычно принадлежат к различным концептуальным схемам (таким, как кинематические или динамические понятия) либо логически несовместимы (как понятия частицы и волны). Два признака дополнительности: 1) совместная полнота понятий (этот признак появился первым из признания корпускулярно-волнового дуализма); 2) взаимная исключаемость (вытекающая из принципа неопределенности).

Бор различал в квантовой области стандартные (реалистические эмпирические, диахронные) и нестандартные (формальные, математические, теоретические, синхронные) модели вещества и излучения. Для вещества стандартной моделью является корпускулярная, а нестандартной – волновая, для излучения – наоборот. В пределе принципа соответствия стандартные модели переходят в классические описания (вещества, как дискретного, и излучения, как непрерывного образования). Нестандартные модели необходимо использовать, когда приходится учитывать реальность квантования действия, т.е. в условиях взаимодействий, нарушающих непрерывность.

В 1928-1929 гг. Бор говорил о “формах восприятия”, считая таковыми пространство-время и причинность. Эту неокантианскую позицию (у Канта причинность является категорией) он занял под влиянием взглядов своего философского учителя Х.Хеффдинга, который считал пространство, время, причинность и непрерывность «формами понимания». По Бору пространство-время и причинность – формы восприятия в том смысле, что все воспринимаемое чувствами представлено в пространстве и времени, и находится в причинной связи между собой. Формы восприятия суть средства организации нашего чувственного опыта: они также определяют концептуальную структуру классической физики, которая предназначена для объяснения кинематического и динамического поведения макрообъектов. Для микрообъектов, однако, эти формы не применимы с необходимостью. По Бору отказ от наглядности в микрофизике проистекает не только в силу характера ее объектов, но также, и в этом главное, из-за краха непрерывности. Бор часто подчеркивал, что причинное пространственно-временное описание классической физики предполагает непрерывность.

Бор, признавая тезис дополнительности, в формулировке определенной пары понятий, совместимых в классической физике, но взаимно исключающих друг друга в квантовой физике, онтологическим, точнее, семантическим тезисом, рассматривал его как эпистемологический. Его введение обусловлено тем, что: а) измерения двух различных видов свойств требуют исключающих друг друга экспериментальных установок, несовместимых измерительных процедур: б) неопределимость взаимодействия между объектом и прибором препятствует синхронной экстраполяции различных результатов измерения. Бор указывал, что при измерении положения, характеристики взаимодействия (объекта и прибора) неопределимы, ибо в таком измерении прибор обязан быть классическим, макроскопическим, массивным, неподвижным устройством, выполняющим функции системы отсчета. По Бору в процессе измерения объект и прибор неразделимы, а объект не находится в каком-либо определенном состоянии. Эта целостность имеет органический характер: в ней части целого тесно связаны между собой причинными связями. Тогда классическое понятие наблюдения есть идеализация. Более того наши “формы восприятия” не имеют отношения к микрофизике не только потому, что её объекты нельзя воспринять чувствами непосредственно, но и, что более важно, потому, что не существует ясного различия между объектом и прибором. В квантовом измерении слова “наблюдение” и “объект” теряют свой классический смысл из-за целостности квантового явления. Бор принимает кантианскую точку зрения: концепция объективного порядка опыта предполагает концепцию субъективного порядка, способность со стороны субъекта сознания b различать эти порядки. Там, где такого различия не существует, невозможно и понятие опыта. Только, если имеется непрерывность в том смысле, что содержание субъективного опыта связано и организовано непрерывным образом, можно сформировать понятие содержания, как объект.

Итак, по Бору наблюдения в физике возможны, если можно отграничить объект от прибора. Такое отграничение можно провести теоретически (а неэмпирически), т.е. объект рассматривается как динамический, отличный от кинематического прибора. Граница эта проводится произвольно (между обьектом и прибором, между системой «приборобъект» и новым прибором и т.д.). Наблюдение и измерение возможны, если только нельзя определить измерительное взаимодей-

ствие. Классичность прибора необходима для определенности результата измерения прибора и объекта [3.105]. Классические понятия, включающие “формы восприятия”, неустранимы в силу требований возможности коммуникации между людьми по поводу наблюдаемого ими. Согласно этой неокантианской позиции концептуальные рамки определяют достаточные условия возможности опыта. Эти рамки необязательно упоминаются явно, могут изменяться под влиянием опыта, но они всегда присутствуют.

Бор принимал статистическую интерпретацию вектора состояния, согласно которой этот вектор представлял статистическое распределение ансамбля явлений, т.е. совокупность аналогично приготовленных экспериментальных установок, описываемых в терминах классической физики. Но для Бора «статистическое» означало вероятностное, недетерминистическое. Вектор состояния дает только вероятностную информацию об индивидуальных объектах, причем эта информация – самая полная. В то же время статистическая интерпретация для него, по-видимому, не является полной, ибо она не дает формальных оснований для вывода принципа неопределенности. В общем, Бор принимал эпистемологическую интерпретацию вектора состояния, а не онтологическую [2.602].

Бор не считал, что измерение (наблюдение) создает наблюдаемые свойства или что такие свойства суть ”возмущенные” процессом измерения. “Процесс измерения завершен, когда прибор регистрирует наблюдаемый результат, а то, наблюдается он или нет, актуально, к делу отношения не имеет. Результат может быть записан тем или другим прибором, может наблюдаться гораздо позднее, чем события измерения, но он всегда характеризует состояние обьекта непосредственно перед измерением” [2.603]. Это и есть боровская теория измерения объективных значений.

Трудность, встающая перед боровской теорией, заключается в следующем: Бор утверждает, что прибор регистрирует значение какой-либо величины А перед ее измерением. Но то же справедливо и для несовместной с А величиной В, ибо мы можем по своему выбору измерить либо А, либо В. Тогда получается, что уже до измерений существуют определенные значения для всех величин. На этом выводе настаивает теория внутренних свойств, которую Бор отвергал.

Боровская теория свойств предполагает, что положение и импульс электрона скрыты в том смысле, что они проявляются только в ответ на их измерения. Эту диспозиционную точку зрения на свойства микрообъектов поддерживал и В.Гейзенберг. Другой исследователь Дж. Баб [4.136]. приписывает её и Н.Бору, расценивая целостность как неотделимость микрообъекта от прибора, определяющего условия реализации диспозиций, а измерение – не как процедуру, устанавливающую обладает или нет объект некоторым определенным свойством, а как возмущение определенного вида, которое актуализирует свойство. Очевидно, Баб смешивает теорию диспозиционных свойств с теорией интерактивных свойств. Бор отверг интерактивную теорию (измеряемые свойства создаются в измерении) после 1935 года. Он считал свойства относительными по отношению к системе отсчета и часто употреблял термин «поведение» вместо «свойство». П.Фейерабенд интерпретировал боровскую точку зрения в контексте теории реляционных свойств: квантовомеханические свойства суть отношения между системами и измерительными устройствами. Так же поступал и Л.Розенфельд. Эта интерпретация всего ближе к боровской.

Бор принимал тезис неопределимости: объекту нельзя осмысленно приписывать точные значения положения и импульса в одно и то же время.

Этот тезис часто считают позитивистским, полагая, что его справедливость оправдывается принципом верификации.

И все же для принятия тезиса неопределимости недостаточно одних физических соображений. Необходим еще и семантический аргумент. Как гипотеза постоянства скорости света заставила Эйнштейна выяснять условия осмысленного использования классических представлений об абсолютных пространстве, времени и одновременности, так и открытие кванта действия вынудило Бора доказывать, что в квантовом явлении не выполняется условие осмысленного использования классической концепции одновременности точных положения и импульса. Если теория относительности подрывает возможность недвусмысленного разделения пространства и времени без ссылки на наблюдателя, то дополнительность-концепцию резкого разграничения поведения обьектов от их взаимодействия с приборами. Эту аналогию проводил Бор, а Эйнштейн ее не поддерживал.

Можно констатировать, что в течение почти трех четвертей века (с 1935) физика развивалась в основном по пути, предложенному Бором,и на этом пути были достигнуты серьёзные успехи. И, в качестве естественного вывода отсюда следует, что Эйнштейн в своем споре с Бором был неправ. Однако само понятие “неправ” теряет свою категоричность, когда мы говорим о таком ученом, как Эйнштейн. Влияние Эйнштейна на всю современную физику было столь глубоким и всеобъемлющим, что мы должны найти какое-то другое определение для выражения его роли в дискуссии. Пожалуй, наиболее ярко это обстоятельство осознавал главный оппонент Эйнштейна, сам Бор в ра-

боте, посвященной истории дискуссии. Он отмечал фундаментальную роль критики Эйнштейна в становлении последовательной интерпретации квантовой механики. Эйнштейн, глубоко вникнув в саму суть новой теории, где отмечал те узловые точки, в которых она обнаруживала расхождения с установившимися положениями научного мировоззрения, своей критикой привлекал внимание к необходимости их детального анализа и осмысления. По сути дела это и означает, что требуется не просто отказ от тех принципов, которые лежали в основе физического и философского мировоззрения Эйнштейна, но и их переосмысление в новой познавателъной ситуации.

Литература:

1. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна.- М.: Наука, 1989.- 568 с.
2. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. В 4-х т.3.- М.: Наука 1966.- 657 с.
3. Артыков Т.А. Парадокс ЭПР и проблема физической реальности // Философские исследования оснований квантовой механики.- М.: ФО СССР, 1990.- С.102-17
4. Murdoch D.Niels Bohr’s philosophy of physics. Cambridge univ. press., 1997 x. 294 p

Андижон давлат университети,
2015 йил 10 декабрда қабул қилинган
(Тақризчи: доц. Ф.Юлдашева)