

УДК 1(091)+141

Юрий Иванович Мирошников

доктор философских наук, доцент,
заведующий кафедрой философии
Учреждения Российской академии наук
Института философии и права
Уральского отделения РАН
г. Екатеринбург (343) 362-34-07
miroshnikov1941@mail.ru

А. ЭЙНШТЕЙН И Н. БОР: ДВА РОМАНТИКА В ПОИСКАХ УТЕРЯННОГО ЕДИНСТВА ФИЗИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Становление неклассической науки рассмотрено через призму столкновения принципов построения квантовой механики в творчестве двух ее основоположников – А. Эйнштейна и Н. Бора. Сделана попытка сблизить их мировоззренческие установки, сформированные в условиях противостояния позитивизма и романтизма.

Классическая и неклассическая наука; квантовая механика; принципы причинности и дополнительности; объективность физического познания; позитивизм и романтизм в науке; проблема связи науки и философии.

Первая треть XX в. – это эпоха становления неклассической физики, связанная не просто с отказом от абсолютизации принципов механики И. Ньютона, но и с началом радикальных сомнений в том, что быстро растущее физическое знание может получить какую-то новую единую незыблемую теоретическую основу. Как-то сами собой слились в одно целое две эпитафии, написанные разными поэтами в разные эпохи: А. Попом и Дж. Сквайром. На русском языке эпитафия «На Ньютона и Эйнштейна» известна с 1946 г. в переводе С.Я. Маршака:

Был этот мир глубокой тьмой окутан.

Да будет свет! И вот явился Ньютон.

(Эпитафия XVIII в.)

Но сатана недолго ждал реванша

Пришел Эйнштейн – и стало все,

как раньше.

(Эпитафия XX в.) [18, с. 94].

В шуговой форме здесь выражено недоумение от утери былой мировоззренческой ясности и определенности в понимании окружающего мира. Центральной фигурой, олицетворяющей становление неклассической физики, был поначалу А. Эйнштейн, с 20-х гг. XX столетия к нему присоединился Н. Бор. Недоступность широкой публике нового понима-

ния физической реальности заключалась не только в сложном математическом аппарате, без которого теперь нельзя было шагу ступить в физике, но и в выдвигаемых Эйнштейном и Бором принципах, сознательно противопоставляемых здравому смыслу и обыденному опыту людей. Б.Г. Кузнецов упомянул о том, как некий собеседник сказал активному популяризатору идей Эйнштейна английскому астроному и физику А. Эддингтону, что последний входит в число трех ученых, действительно понимающих смысл теории относительности. Эддингтон смутился и задумался о том, кого же можно считать третьим знатоком кроме него и, разумеется, самого Эйнштейна [13, с. 182].

Вместе с тем интерес к тому, что говорил и писал Эйнштейн был огромен. Так, например в 1920 г. он прочитал в Голландии, в Лейдене, лекцию «Эфир и принцип относительности» перед полуторатысячной аудиторией. До настоящего времени продолжают выходить книги, посвященные жизни Эйнштейна и его научному творчеству. Значительно меньшей популярностью окружена фигура Н. Бора.

С эпохи «бури и натиска» в физике микромира середины 20-х гг. прошлого столетия миновал почти целый век, но до сих пор не достигнуто принципиальное согласие научной и философской общности ни о роли Бора в формировании квантовой механики, ни о существовании ее как научной дисциплины и значении для становления неклассической науки. В этом заключается одна из важнейших сторон осмысления научного и философского наследия Бора.

Н. Бор был если не единственным, то одним из главных действующих лиц, определивших облик квантовой механики. Вместе с Эйнштейном он явился идеологом и творцом не только квантовой механики, но и неклассической физики, а в конечном счете – и неклассической науки в целом. Между тем в советской философской энциклопедии в пяти томах (1960–1970) не нашлось места для статьи о Боре. Современный французский философский словарь в ряду создателей квантовой механики первым называет Л. де Бройля. «Принципы квантовой механики» были выработаны Л. де Бройлем (1924), Гейзенбергом (1925), Шрёдингером (1926), Дираком (1928), основателями волновой механики. «Соотношение неопределенностей» Гейзенберга устанавливает общий закон «вероятностей», который определяет собой все знания в области кванта» [9, с. 186].

Как мы видим, имя Н. Бора здесь отсутствует. Немецкий философский словарь утверждает, что создателями квантовой механики являются представители геттингентской школы, к которым на определенном этапе их работы присоединился П. Дирак. «Квантовая механика – метод исчисления, обоснованный в 1926 г. физиками Макс Борном (1882–1970), Гейзенбергом, Йорданом и Полем Дираком (1902–1984), который делает возможным математическое описание в

квантах (...) энергии, отданной или принятой атомом» [26, с. 205]. В том же словаре в статье, посвященной В. Гейзенбергу, написано, что он и есть «основатель квантовой механики» [26, с. 97].

Оксфордская иллюстрированная энциклопедия историю создания квантовой механики связывает прежде всего с исследованиями Э. Резерфорда (планетарная модель атома). Затем речь идет об усовершенствовании этой модели Н. Бором за счет использования квантовой теории М. Планка. В этом, якобы, и заключается непосредственная заслуга датского физика. Признается также, что многие из выдвинутых Бором научных положений вошли в теорию квантовой механики, но главную ключевую роль в ней стал играть принцип неопределенности, сформулированный В. Гейзенбергом в 1925 г. [20, с. 65, 137].

Так Н. Бор превращается в предшественника науки о законах квантовой физики, а сама дисциплина трактуется в упомянутой литературе всего лишь как метод исчисления, используемый в описании передаваемой (или принимаемой) энергии атомов. Но даже и к так интерпретированной квантовой механике Бор (и об этом следовало бы сказать) имел непосредственное отношение, ибо, например, Гейзенберг выдвинул свой принцип неопределенности в результате длительной дискуссии с Н. Бором. При этом в то же время Бором был сформулирован не менее значимый для квантовой механики принцип дополнительности, благодаря которому описываемые языком математического формализма атомные структуры и процессы приобретали определенный физический смысл.

Таким образом, долгое время существовала недооценка физического содержания квантовой механики и за таковую чаще всего принимали ее формализм. Понимание разницы между квантовой механикой как формализмом матричной (или волновой) механики и квантовой механикой как физической дисциплиной вызревало постепенно. Вот, к примеру, читаем в физическом биографическом справочнике в статье, посвященной П. Йордану: «Совместно с М. Борном и В. Гейзенбергом развил (1926) формализм матричной механики» [29, с. 120].

Однако следует заметить, что при жизни основных действующих лиц в квантовой механике было затруднительно оценить их вклад вполне объективно. Каждый из них не только имел по этому вопросу свое мнение, но и высказывал его в печати. Так, в воспоминаниях о Боре в 1964 г. Гейзенберг писал: «В летний семестр 1925 г. я снова читал лекции в Геттингене, а кроме того во время краткого лечения на острове Гельголанд в июне разработал первый набросок квантовой механики, которая представляла для меня в известном смысле квинтэссенцию наших копенгагенских бесед, математическую формулировку “принципа соответствия” Бора [1, с. 52].

П. Дирак в воспоминаниях (1977 г.) родиной квантовой механики называл Геттинген, а ее авторами В. Гейзенберга, М. Борна,

П. Йордана [10, с. 31]. Правда, собираясь поближе познакомиться с новым научным направлением в физике, он по совету своего научного руководителя поехал все-таки не в Геттинген, а в Копенгаген. «Мое пребывание в Копенгагене, – признается Дирак, – было очень плодотворным, потому что я развил тогда общие идеи физической интерпретации квантовой механики (работа, доставившая мне много удовольствия) и обратился к квантовой теории излучения [10, с. 35].

Такая неадекватная оценка заслуг Н. Бора в квантовой механике вызывала недоумение еще при его жизни. Получалось, как пишет Е.Л. Фейнберг, что Бор, если судить, например, по Британской энциклопедии 1947 г., после получения Нобелевской премии в 1922 г. никакого существенного вклада в науку не сделал. В «Большой советской энциклопедии» в томе, вышедшем в 1950 г., после изложения положений трех ранних работ датского физика 1913 г. «прибавляются только весьма нелестные слова по поводу того, что Бор сделал впоследствии при интерпретации квантовой механики» [25, с. 95].

В «Кратком философском словаре» 1954 г. в статье «Квантовая механика» отмечается, что «несмотря на большие успехи развитие квантовой механики оказалось замедленным вследствие субъективно-идеалистических извращений теории, распространенных среди буржуазных физиков и оказывающих влияние также на некоторых советских физиков. Придерживаясь субъективно-идеалистических философских взглядов, буржуазные физики (в том числе Гейзенберг, Бор, Шрёдингер, внесшие значительный вклад в создание квантовой механики) представляют ее в превратном виде» [12, с. 235].

Только сегодня большинство авторов признают, что именно Н. Бор явился основоположником, идеологом и творцом новой научной дисциплины – квантовой механики, именно он стал лидером копенгагенской школы физиков-теоретиков, чья интерпретация законов микромира была признана самой авторитетной всем научным сообществом. Поскольку его работа «не имела предыстории в физике и практически означала создание совершенно новой области физической науки, Бору нужно было первым делом решить, какие проблемы целесообразнее всего ставить перед собой, а затем уже разрабатывать методы их исследования и соответствующую терминологию, посредством которой можно было бы формулировать результаты» [21, с. 63]. Таким образом, мы хотели бы подчеркнуть величайшие заслуги Н. Бора в области развития неклассической науки, вполне сопоставимые с таковыми другого ученого той же эпохи – Эйнштейна. Эта сопоставительная оценка далеко не всеми признана и в настоящее время, но, как нам кажется, она вполне справедлива.

Профессор Института высших исследований в Дублине К. Ланцош прежде чем оценить вклад в науку Эйнштейна обозрел плеяду великих ученых конца XIX – начала XX в. При этом про-

фессор назвал М. и П. Кюри, М. Планка, Э. Резерфорда, Н. Бора, Л. де Бройля, В. Гейзенберга, Э. Шредингера, П. Дирака. Каждого из названных ученых Ланцош связал с его главными достижениями. Заканчивая эту характеристику, он противопоставил всем им одного Эйнштейна «как величайшего физика нашего времени». Исключительная роль Эйнштейна автором объясняется так: «...чрезвычайная важность открытий, сделанных Эйнштейном, и его совершенно особое место в истории физики общепризнано и едва ли будет оспариваться в будущем... в эйнштейновском складе ума было что-то такое, что резко выделяло его среди остальных ... Эйнштейн не просто создавал теории. Он удивительно чутко прислушивался к негромкому голосу Вселенной и с поразительной точностью записывал ее сигналы» [15, с. 7-8].

Бесспорно, Эйнштейн является признанным эталоном величайшего ученого, но все-таки антитеза – Эйнштейн и другие – представляется сомнительной. Прежде всего она не убеждает при сравнении Эйнштейна с Бором. Фигура Бора кажется по крайней мере не менее значительной, и многолетнее противостояние его концептуальных построений позициям Эйнштейна в квантовой механике красноречиво говорит о том, что они были достойны друг друга. Наша попытка установить между Эйнштейном и Бором параллели в масштабах, глубине и мотивах творчества, в стиле мышления, в мировоззренческих установках и философских взглядах имеет цель не принизить значение Эйнштейна и даже не дать, наконец, адекватную оценку вклада в науку его современника, младшего товарища и острого бескомпромиссного оппонента – Н. Бора. Мы хотели бы показать, что тот характер, который приобрела физика первой половины XX в., не мог бы сложиться без сотрудничества и борьбы концептуальных построений двух корифеев, взаимодействия двух личностей, обладающих мощным духовным потенциалом и общим романтическим мировоззрением, противостоящим массовому позитивистскому мировосприятию эпохи.

Через призму физики Ньютона мир по своему устройству представал перед человеком, куда бы он ни бросал свой взгляд, однородным, вечным и неизменным по своим законам, психологически привычным и понятным. Эйнштейн и Бор поразили человечество (в том числе и самую образованную ее часть) парадоксальностью нарисованной ими картины природы, долгое время, якобы, скрывающейся под покровом обыденности. Единый объективный мир оказался расчлененным на качественно несовместимые фрагменты, в которых действуют свои особые неслыханные прежде, недоступные для рассудка силы. Чтобы выразить их в понятии, чтобы свести их воедино, повседневный опыт человека должен быть напрочь отброшен. Лишь современный математический аппарат с его символической и мнимыми величинами вместе с изощренным во-

ображением диалектического разума позволяет надеяться в будущем наделить полноценным смыслом физическую реальность.

Для Эйнштейна и Бора характерна незавершенность (своего рода "non finito") их далеко идущих замыслов. Как пишет Б.Г. Кузнецов, в тридцатые, сороковые и пятидесятые годы прошлого столетия Эйнштейн «занимается весьма сложными математическими построениями, но они подчинены одной задаче, колоссальной по общности и трудности. Эйнштейн пытается построить единую теорию поля, где все взаимодействия частиц и само их существование вытекают из единых законов. Выполнение этого замысла не встречало одобрения физиков, вовсе не было понятно непосвященным и в целом не удовлетворяло и самого Эйнштейна» [13, с. 144]. В отношении напряженной работы Н. Бора и его сотрудников над методологическим расширением дополнительности как общенаучным принципом в недавно проведенном «круглом столе», посвященном 125-летию со дня рождения датского ученого, было справедливо отмечено, что «в интерпретации этого принципа постепенно было почти утеряно указание на непосредственную связь теории с условиями опыта. Он во многом стал просто поиском дуальных категорий в самых разных областях знания» [19, с. 6].

Незавершенность единой теории поля Эйнштейна или принципа дополнительности Бора как одного из теоретико-методологических оснований, на котором должны быть построены все естественные и гуманитарные науки, подчеркивает смену парадигмы в физике. В новой физике оказывается востребованной активность познания. Отныне неклассическая физическая теория должна не просто открывать и описывать объективно существующий мир как свой предмет, но и активно создавать его как продукт человеческого разума. Это требование прочитывается в контексте творчества и Эйнштейна, и Бора.

Во взглядах Эйнштейна и Бора, как уже говорилось ранее, было много общего, на чем мы теперь и остановимся, не закрывая глаза на принципиальные разногласия между ними.

1. Первое, что их сближало и делало единомышленниками, это понимание сути физического знания. И тот, и другой смотрели поверх математических уравнений, будучи твердо уверены, что без ясного понимания связи и способов соотнесения математических символов с физическим миром теоретические построения в физике превратятся в призраки. К. Ланцош говорит об Эйнштейне, что «он предпочитал иметь дело не с конкретными уравнениями, а с всеобщими принципами, из которых можно было бы вывести далеко идущие следствия» [15, с. 26-27]. Аналогично и Н. Бор, подчеркивая служебную роль математики в квантовой механике, говорил, что «этот формальный аппарат представляет собой чисто символическую схему, позволяющую делать предсказания результатов опы-

тов, производимых в определенных условиях, которые должны характеризоваться при помощи классических понятий» [3, с. 407].

Весьма показательным для отношений Бора к математической стороне физической теории может служить его длительное и нелегкое, хотя и плодотворное, сотрудничество с выдающимися математиками эпохи становления квантовой механики – В. Гейзенбергом, Э. Шрёдингером, П. Дираком и др. Как свидетельствует Гейзенберг, хотя Бор был вообще исключительно деликатным и уступчивым человеком, тем не менее в дискуссиях с авторами математических интерпретаций квантовой механики «он проявлял способность с фанатизмом и почти пугающей неутомимостью добиваться окончательной ясности во всех аргументах» [1, с. 56]. Аргументах, добавим мы, дающих искомый физический смысл. Бор не расслаблялся даже после многочасовых споров и не отступал, например, от Э. Шрёдингера до тех пор, пока тот не признал свою математическую модель (волновую механику) бессильной объяснить хотя бы закон Планка. «Один раз Шрёдингер почти в отчаянии воскликнул: “Если никак нельзя обойтись без этих проклятых квантовых скачков, то я жалею о том, что связался с атомной теорией!” На что Бор спокойно отвечал: “А вот мы напротив, очень благодарны вам за то, что вы с нею связались и тем ее заметно продвинули”» [1, с. 56]. Самого автора этих воспоминаний Бор однажды довел до слез в ходе уточнения некоторых содержательных моментов статьи, в которой Гейзенберг впервые сформулировал принцип неопределенности. Лишь после нескольких важных коррективов, предложенных Бором, она была послана в печать и увидела свет [8, с. 335].

Математикам было трудно сотрудничать с Бором в силу различия в познавательных установках, расхождения в понимании строгости, точности, полноты и доказательности формирующегося знания. В этом смысле мы находим любопытные признания у П. Дирака в связи с прослушанными им лекциями Н. Бора в Кембридже. «Я был под очень большим впечатлением от того, что говорил Бор. Тем не менее, поскольку все его аргументы носили в основном качественный характер, я не мог разглядеть за ним реальные факты. Я ожидал услышать утверждения, которые можно было бы записать в виде уравнений, но Бор высказывал такие утверждения чрезвычайно редко. Пожалуй, я не могу оценить, насколько лекции Бора влияли на мою последующую работу... Непосредственного влияния, конечно, не было, потому что Бор не стимулировал поиски новых уравнений» [10, с. 14]. Бор работал над основаниями новой физики, используя математический аппарат как средство. «Бор как бы смотрел поверх этого аппарата» [25, с. 89]. Чтобы создать квантовую механику как естественнонаучную теорию, необходимо было наполнить математический формализм объективным смыслом, заняться «уяснением физического содержания квантовой механики»

[25, с. 89]. Величие Н. Бора как основоположника новой физической дисциплины заключается в том, что он «вместе со своими сотрудниками в результате длительных исследований пришел к стройной картине, к четкому пониманию всей схемы квантовой механики» [25, с. 97].

2. И Эйнштейн, и Бор исходным принципом физики считают принцип объективного существования природы. Физик не может заниматься научным исследованием природы, не веря в то, что она существует независимо от него. «Ни один физик не верит, что внешний мир является производным от сознания, иначе он не был бы физиком», – утверждал Эйнштейн [33, с. 66-67]. Н. Бор в этом отношении полностью разделял взгляды своего именитого коллеги. Как свидетельствует сотрудник Бора по Институту теоретических исследований в Копенгагене Л. Розенфельд, «каждая теория, которая не была прочно связана с тем или иным конкретным проявлением действительности, вызывал у Бора глубочайшее недоверие...» [21, с. 62].

Н. Бор постоянно подчеркивал, что «описание атомных явлений имеет ... совершенно объективный характер...» [7, с. 528]. Он включает в свои концептуальные построения понятия не только «субъект» и «объект», но также и «материя», и «сознание». Для него изучение атомов однозначно связано с определенным уровнем строения материи. По мнению Бора, значение физических наук состоит прежде всего в том, что они все время пополняют сумму наших знаний о «неодушевленной материи» [7, с. 526]. Он ясно осознавал единство и гармонию человеческого знания и полагал, что эти качества не могут реализовываться в научной теории помимо системы философских понятий. «Мы должны признать, что ни один опытный факт не может быть сформулирован помимо некоторой системы понятий и что всякая кажущаяся дисгармония между опытными фактами может быть устранена только путем надлежащего расширения этой системы понятий» [4, с. 495]. Для него было совершенно ясно, что знание об устройстве предметного мира определенным образом влияет на его познание, что изменение представлений о живой и неживой природе (онтологический аспект знания) обуславливает соответствующее изменение гносеологических установок. «Физическая наука важна и тем, что время от времени она давала случай пересматривать и улучшать нашу систему понятий как орудие познания» [6, с. 516].

Н. Бор первым принял во внимание необходимость изменения гносеологических понятий в связи с открытием микромира, обнаружения специфики его устройства и функционирования. «Сначала может показаться странным, что атомная наука содержит поучение общего характера, но мы должны помнить, что на всех этапах своего развития наука об атомах всегда затрагивала глубокие проблемы

познания [5, с. 504]. Главная гносеологическая посылка, выдвинутая Н. Бором в отношении физики микромира, требовала, во-первых, связывать познание квантово-механических процессов с наблюдающим субъектом, что было аналогично требованию специальной теории относительности (СТО) к объектам мегауровня, движущимся со скоростями, близкими к скорости света. Во-вторых, Бор вводил фундаментальное гносеологическое различие между измерительным прибором и изучаемым объектом. Это различие, утверждал Бор, «представляет прямое следствие необходимости описывать работу измерительных приборов на языке классической физики, не вводя явным образом кванта действия» [7, с. 529]. Тогда как информация, выводимая из наблюдений атомных объектов, необходимо содержала в себе определенные квантовые характеристики. Из этого фундаментального гносеологического различия вытекал принцип дополненности, то есть требование определенных ограничений, накладываемых способом познания микрообъектов с помощью макроприборов, работа которых могла быть описана не иначе, как на языке классической физики.

Если говорить об Эйнштейне, то он отверг саму необходимость согласования гносеологических оснований с онтологическими характеристиками микромира. Для него микрообъекты в равной мере должны были подчиняться тем же самым познавательным принципам, которым подчинялись объекты классической физики, то есть предметы макро- и мегамира. Эйнштейн полагал, что наше сегодняшнее знание о квантовой механике страдает определенной неполнотой описания, нам пока неизвестны некоторые скрытые параметры, знание которых позволило бы вернуть квантовую область физической реальности в лоно действия классических понятий. Таково было его чувство, исходя из которого он заявлял, «что концепция Бора была, без сомнения, логически возможной, но в такой степени противоречила его научной интуиции, что он не мог отказаться от поисков более совершенного понимания» [21, с. 81]. Понимание А. Эйнштейном гармонии мира, возводимой им в своеобразную религию, не позволяло ему думать, что мир микрообъектов не подвластен тем же самым принципам обусловленности, что и мир объектов классической физики.

А. Эйнштейн признает, что классическая механика не может быть признана достаточной, чтобы стать фундаментом всей физики, но он все-таки настаивает на том, что именно классическая механика должна оставаться центром всего физического мышления. «Хотя мы сегодня определенно знаем, что классическая механика недостаточна, чтобы служить фундаментом для всей физики, она всегда находится в центре всего мышления в физике» [32, с. 42]. Эйнштейн испытывал неудовлетворенность от того, что теория квантовой механики Бора ограничивает использование представлений о казуаль-

ной связи вместе с ограничением дифференциального характера закона механики И. Ньютона. Если не принимать во внимание требований Бора, то микрочастица должна иметь полную определенность локализации и должна существовать возможность проследить ее движение от точки к точке и от мгновения к мгновению. Эйнштейн предполагал, что мир атомной физики окажется интегрированным в процессе развития физики другими путями, а не тем, по которому двигался Бор и его единомышленники. Эта задача могла быть решена благодаря развитию теории поля [32, с. 60].

Итак, копенгагенский вариант квантовой механики накладывал вето на использование принципов классической механики. «Но кто осмелится сегодня разрешить вопрос о том, нужно ли окончательно отказаться от дифференциального и каузального законов, этих последних предпосылок ньютоновской концепции природы» [31, с. 19; 14, с. 332]. С позиций Эйнштейна в нынешней «квантовой механике» есть значительный элемент истины, но детище Бора не может быть принято за исходный отправной момент для поиска более общей теоретической основы физики. Скорее всего настоящая квантовая механика есть дело будущего развития физического знания, она явится как некий частный случай, который может быть получен тогда, когда произойдет синтез более общей, чем классическая механика, теоретической основы всей физики [32, с. 56, 57, 60].

Со своей стороны Н. Бор, убеждаясь все более и более, что Эйнштейн не может разделить его (боровский) взгляд на характер квантовой механики и ее возможности в формировании нового физического знания, приходил к мысли, что фигуру Эйнштейна в истории стремительно развивающейся физики следует связывать с эпохой уходящей классики. «Это вопрос традиции, считать ли первую теорию (то есть теорию относительности Эйнштейна – Ю.М.) завершением классической физики или же первым решительным шагом в глубоко идущем пересмотре системы наших понятий ... – шагом, к которому нас вынуждает современное развитие физики» [3, с. 431].

Н. Бора с А. Эйнштейном связывала многолетняя дружба – соперничество и их отношения были обогащены глубокими и многообразными личностными смыслами. Заканчивая в 1949 г. статью, посвященную долговому принципиальному спору с Эйнштейном, Бор писал: «Я должен ... считаться с возможностью того, что многие черты развития теории квантов, в котором Эйнштейн сыграл столь большую роль, ему самому представляются в другом свете. Но я твердо надеюсь, что мне удалось дать ясное представление о том, как много для меня значила возможность личного контакта с Эйнштейном по проблемам теории познания» [3, с. 433]. Конечно, не следует думать, что все, что выходило из-под пера Бора, было обречено на успех, могло претендовать на полную однозначность и достоверность. Вы-

разительным в этом смысле примером было понимание Бором принципа причинности, а вместе с тем закономерности и детерминизма. Физика XX в. отвергла жесткий детерминизм лапласовского типа, но она не отбросила напрочь идею обусловленности процессов природы, закономерной связи явлений с другими. Современное естествознание большое внимание уделяет, в частности, такой форме детерминизма, как периодичность. Так, в связи с открытием советского химика Б.П. Белоусова колебательной реакции С.Э. Шноль утверждает: «Периодические процессы вообще, по-видимому, одна из основ для построения теорий в самых различных отраслях ... В сущности периодичность – основа мировоззрения детерминизма» [30, с. 279].

Кстати сказать, Эйнштейн был согласен с расширением и углублением понятия детерминизма и прежде всего такой ее формы, как причинность. Он видел, что рождающаяся квантовая физика несет в себе новые аспекты в истолковании принципа причинности. Он говорил, что причинность в классической физике обычно видели в непосредственной связи взаимодействующих тел, в чередовании двух следующих друг за другом событий. Эйнштейну становится ясно, что события в микромире нельзя отождествлять только с характером непосредственного взаимодействия одного объекта с другим. Такая редукция принципа причинности неправомерна. Наблюдаемое явление в физике атомных структур оказывается в действительности результатом многих неучтенных событий и даже всего процесса в целом. Причинность нельзя сводить к локальному событию, она тотальна. Так, музыка должна пониматься (и понимается искусственным меломаном) не из связи одного звука с другим, смежным с предыдущим, а из свойств музыкального произведения как целого, его замысла, структуры, стиля, места среди других произведений и т.д. «Квантовая физика привела нас к рассмотрению очень сложных процессов, и чтобы эта задача оказалась по плечу, мы должны расширить и уточнить нашу концепцию причинности [33, с. 55].

Как показывало изучение микромира, причинность не следовало сводить к однозначной детерминированности лапласовского типа, так как понятие причинности включает в себя более общее представление о закономерности объективного мира. Оно же, в свою очередь, предполагает не только уже хорошо изученные динамические, но и различные другие зависимости между явлениями, в частности статистические, вышедшие на первый план в неклассической науке. Эйнштейн же полагал, что введение в физику представлений о статистической форме закона является временным и переходным, который в конце концов должен уступить место прежнему динамическому, господствующему в классической науке.

В отличие от позиции Эйнштейна взглядам Бора на принцип причинности был присущ радикализм. Он считал, что этот принцип должен раствориться в более общем принципе дополненности.

По мысли Бора, выдвинутый им принцип дополнительности есть рациональное обобщение принципа причинности, об этом он не переставал утверждать почти в каждой работе, написанной после 1927 г. Так, в статье 1948 г., имея в виду сформировавшуюся в его Институте теоретической физики квантовую механику, Бор утверждал: «В этой новой ситуации даже старый вопрос об окончательной детерминированности явлений природы потерял свою концептуальную основу, и именно этой основе противопоставляет себя принцип дополнительности как рациональное обобщение самого классического идеала причинности» [2, с. 397]. Итак, Н. Бор полагает, что идея дополнительности должна заменить идею причинности. Однако развитие квантовой механики не отменяет причинность, а находит новые формы ее выражения. На наш взгляд, попытка Бора заменить принцип причинности принципом дополнительности не стала удачной, и ее критика в советской философской литературе была справедливой [27, с. 78].

Принцип дополнительности был выдвинут Бором с непосредственной целью придать физический смысл принципу неопределенности Гейзенберга. В классической физике все стороны исследуемого объекта могут быть обнаружены при помощи одного экспериментального прибора либо путем комбинации данных, полученных благодаря разным установкам. «Напротив, в квантовой физике данные об атомных объектах, полученные при помощи разных экспериментальных установок, находятся в своеобразном дополнительном отношении друг к другу» [7, с. 529].

Мы видим, что непосредственно принцип дополнительности отображает квантово-волновой дуализм, свойственный поведению микрочастиц. Таким принцип дополнительности вошел в сознание многих поколений физиков, а не как альтернатива принципа причинности, и таким он представлен в справочной литературе и энциклопедиях [24, с. 294]. Неоднократные же заявления Н. Бора о своем намерении связать принцип дополнительности с его расширительным толкованием, при котором поглощается принцип причинности и узаконивается использование принципа дополнительности в науках об объектах макромира (в биологии, психологии, языкознании и т.д.), воспринимаются как недостаточно обоснованные.

3. Как заметил Б.Г. Кузнецов, даже такой живой и широкий мыслитель, как В. Нернст, физико-химик, автор одноименной теоремы, вошедшей в науку в качестве третьего начала термодинамики, нобелевский лауреат (1920), говорил, что «Эйнштейнова теория броуновского движений выше теории относительности, потому что последняя уже не является физической теорией, а принадлежит к числу философских обобщений» [13, с. 145-146]. Аналогичные квалификации делались и по отношению к Бору. Так, например, по мнению В. Гейзенберга, «Бор был прежде всего философ, а не фи-

зик» [1, с. 47]. Д.С. Данин, посвятивший Бору биографическую книгу, пишет о нем, что «ему хотелось большего, чем понимания физики: снова и снова ему хотелось понимания самой структуры нашего понимания мира» [8, с. 336].

Таким образом, можно уверенно констатировать, что и Эйнштейна, и Бора трудно было заподозрить в равнодушии к метатеоретическому уровню научной теории, к ее исходным принципам и философским основаниям. Они уверенно, и даже можно сказать «по-хозяйски», чувствовали себя в кругу используемых ими философских понятий. В этом не было ничего экстравагантного, такова была культурная атмосфера конца XIX начала XX в., эпохи научной революции, времени мировоззренческого кризиса классического естествознания, продолжающегося противостояния позитивизма и романтизма. Естествоиспытатели потянулись к философии. Как отметил Эйнштейн, в XVII–XVIII вв. физики исходили из отрицания значимости философии (метафизики) и в ходу было положение Ньютона «физика бойся метафизики!». В XX в. несмотря на поразительные успехи физики в исследовании деталей ученые уже не считали себя постигшими сущность явлений природы. Физики стали философствовать [34, с. 101].

Философия оказалась вновь востребованным предметом. Вопросы мировоззрения, понятия научной картины мира («материя», «сознание», «энергия», «движение», «пространство», «время», «закон», «причина» и т.д.), проблемы теории познания стали обсуждаться не только Эйнштейном и Бором, но и многими другими известными учеными. М. Лауэ, открывший в 1912 г. дифракцию рентгеновских лучей – одну из самых важных основ новых представлений о структуре вещества, делает характерное признание: «Мне кажется, что только в университетские годы я настолько созрел, чтобы понять философию. Она совершенно преобразила мое бытие; даже физика кажется мне с тех пор наукой, настоящим достоинством которой является то, что она дает философии существенные вспомогательные средства. Мне представляется, что все науки должны группироваться вокруг философии как их общего центра и что служение ей является их собственной целью. Так и только так можно сохранить единство научной культуры против неуклонно прогрессирующего специализирования наук. Без этого единства вся культура была бы обречена на гибель» [16, с. 178].

При определяющем влиянии на научную среду того времени позитивистского понимания философии как обобщения научного знания, выходящего за его дисциплинарные границы, и Эйнштейну, и Бору было не трудно попасть в разряд философствующих ученых. Конечно, в строгом смысле этого слова и того, и другого назвать философом было бы большим преувеличением, но некоторые их идеи, несомненно, свидетельствовали о том, что они выражали вполне определенные мировоззренческие позиции.

В этом плане обращает на себя внимание то, что Эйнштейн представлял себе объективный мир хотя и лишенным «свободы воли», но имеющим рациональное и гармоничное устройство, обладающим божественной упорядоченностью. Важным для мировоззрения Эйнштейна было понятие Бога. Это понятие не носило конфессионального смысла, оно было синонимом философского абсолюта. С точки зрения Эйнштейна, представление Бога как антропоморфного существа недостойно научно подготовленного ума. Но в то же время, если человек лишен способности чувствовать божественность гармонии мира, чуда его рационального и прекрасного устройства, то ученого из такого человека никогда не получится. Вот суть религии Эйнштейна. «Я не могу найти выражения лучше, чем “религия”, для обозначения веры в рациональную природу реальности, по крайней мере той ее части, которая доступна человеческому сознанию. Там, где отсутствует это чувство, наука вырождается в бесплодную эмпирию» [35, с. 106].

Такова основная онтологическая мировоззренческая посылка Эйнштейна, явно идущая наперекор позитивистским настроениям многих ученых и философов первой половины XX в. Для позитивизма религиозное восприятие природы давно пройденная ступень развития человеческого ума. Не Эйнштейна ли имел в виду Ф. Франк, бросая колкую фразу в своей известной работе, что «этот союз человека, до мозга костей пропитанного наукой, с верой в сверхъестественное нередок» [28, с. 102]. Это вполне вероятно хотя бы потому, что они были лично знакомы. А. Эйнштейн гостил у Ф. Франка, когда в 1921 г. пражское научное общество «Урания» пригласило мировую знаменитость прочесть лекцию [13, с. 213]. Позитивизм решительно изгонял религиозное мироощущение из интеллектуального поля науки, но этого нельзя было сказать о романтизме. Синтез истины, красоты и священной тайны упорядоченного мира свойствен романтическому мирозерцанию, которого не чуждался Эйнштейн.

Многое в мировоззрении Эйнштейна становится ясным при анализе личностных мотивов его творчества, которые он не раз подвергал своей рефлексии в контексте размышлений о научной деятельности как таковой. Мотивы занятия наукой могут быть различными, и не все они заслуживают положительной оценки. Стремления заниматься наукой, руководствуясь гордым чувством своего интеллектуального превосходства, либо желанием воспользоваться научными результатами для достижения каких-либо утилитарных, меркантильных целей, Эйнштейн решительно отмечает как не соответствующие сути науки, как неподлинные мотивы. Людей с такими стремлениями следовало бы раз и навсегда изгнать из храма науки. Подлинное побуждение, соответствующее научной деятельности, как его понимает Эйнштейн, «Это желание уйти от будничной жиз-

ни с ее мучительной жестокостью и безутешной пустотой, уйти от уз вечно меняющихся собственных прихотей. Эта причина толкает людей с тонкими душевными струнами от личных переживаний уйти в мир объективного видения и понимания» [22, с. 17].

Буквально воспроизведя позицию Эйнштейна на интимные пружины научного творчества, М.А. Розов обращает внимание на несовпадение личных мотивов, как их понимает великий ученый, и мотивов общественных, более соответствующих, на взгляд автора, науке как социальному институту. Розов пишет: «Было бы странно приписывать науке стремление уйти от будничной жизни, от уз собственных прихотей и личных переживаний. Все формулировки Эйнштейна подчеркивают сугубо личную мотивированность ценностных установок ученого, их эмоционально насыщенный характер. Стремление к истине он сравнивает с тоской, которая влечет горожанина “от шумной и мутной окружающей среды к тихим высокогорным ландшафтам”. Речь идет не о науке, а о человеке. Да и можно ли вообще полностью слить индивида и социальный институт!» [22, с. 17].

Как видно из приведенного текста, М. Розов видит в позиции Эйнштейна «сугубо личную мотивированность ценностных установок ученого», не связанную с определенным типом мировоззрения, всегда прочными узами связанного и с типом личности. На наш взгляд, здесь речь должна идти о ярко выраженном типе романтической личности и соответственно романтическом способе восприятия действительности. Именно представителям романтизма весьма сильно присуще резкое личностное неприятие шумной, суетной и приземленной городской жизни, и напротив, свойственна устремленность к тихим, уединенным девственным ландшафтам, создающим условия созерцания мира в его высокой и истинной сути. В качестве реальной помощи вступающим в науку новым поколениям Эйнштейн просил правительство США предоставлять молодым ученым должности бакенщиков и смотрителей маяков. Подобный Эйнштейну тип мировосприятия уже давно был известен в европейской культуре, начиная с просветителя-еретика Ж.-Ж. Руссо. Позицию Эйнштейна нельзя назвать «сугубо личной» еще и потому, что сам ученый говорит о ней прежде всего в связи с фигурой М. Планка. «Эйнштейн очень любил этого стройного, суховатого человека, романтическая душа которого раскрывалась, когда он садился за рояль и, быть может, не в меньшей степени, когда он садился за письменный стол, где из-под пера выходили статьи, исполненные самой романтической преданности науке» [13, с. 163-164].

Да и только ли открывателя идеи квантов имел здесь в виду Эйнштейн? Романтический тип личности не изжит и в современной науке. Размышления о мотивации научной деятельности Эйнштейна вновь вспоминаются В.С. Стёпиным, посвятившим свои заметки

одному из лидеров в советской философии и методологии науки – И.С. Алексееву. «Мы не можем, – пишет В.С. Стёпин, – конечно, сравняться с такими выдающимися учеными, как Эйнштейн и Планк ... но по типу личности И. Алексеев, наверное, принадлежал к тем людям, которые искали в науке прибежище от житейской суеты и житейских страстей ... мне всегда казалось, что Игорь не устроен в обыденной жизни, не хотел в нее глубоко погружаться, и поэтому в занятиях философией, в занятиях наукой искал своеобразную среду обитания души, то место, где она могла бы жить и не быть задавленной обыденными житейскими проблемами ... Игорь Алексеев не стремился сделать карьеру, в примитивно-прагматическом понимании. Он работал, и это то, что у него получалось» [23, с. 131].

Выразительны и гносеологические идеи Эйнштейна. В познавательной деятельности безусловный приоритет Эйнштейн отдавал интуиции и воображению. В письме М. Соловину он формулирует свое представление о структуре и функционировании научной теории. Она начинается с непосредственного чувственного опыта, служащего своеобразным трамплином к определенным аксиомам. Никакого логического пути, ведущего от чувственного опыта к аксиоматическим положениям, Эйнштейн не видит. «Существует лишь интуитивная (психологическая) связь, которая постоянно “возобновляется”» [36, с. 111]. Логика оказывается востребованной лишь тогда, когда от аксиом исследователь переходит к некоторым утверждениям, претендующим на строгость их формулировок. Последний этап научного познания представляет собой проверку логически сформулированных утверждений данными опыта. И вновь в силу вступают непосредственно чувственные элементы познавательной деятельности [36, с. 112].

Несомненно, что главным звеном научного познания, как не только представлял себе Эйнштейн, но и чем он так блестяще пользовался, была способность силой воображения связывать отдельные разрозненные факты с фундаментальным элементом научной теории, каким являются ее принципы. Эйнштейн бесповоротно порвал с традицией эмпиризма классического естествознания и возродил былой авторитет дедуктивных, априорных построений в физике. Эйнштейн осмелился вернуться к тому времени, когда древние мыслители раскрывали тайны природы умозрительным путем [15, с. 20].

Воспользуемся свидетельством известного математика Г. Вейля, который говорил, что Эйнштейн, рассматривая соотношение математических формализмов и наглядных физических принципов, отдавал предпочтение последним, ибо они, на его взгляд, позволяют конструировать физику умозрительно, то есть силой воображения [13, с. 209]. Предпочтение, которое Эйнштейн оказывает интуитивным способностям познания, акцент на свободу познающего субъек-

екта от логической необходимости тоже выдает в нем носителя романтического сознания.

Романтическая доминанта в мировоззрении великих мыслителей и бунтарей первой половины XX столетия, каковыми предстают перед нами Эйнштейн и Бор, до сих пор в отечественной литературе (биографической, методологической, философской) не разрабатывалась. Романтизм хотя и определялся как широкое идейное движение в европейской культуре, изучался все-таки как эстетический феномен и его проявления в науке фактически не исследовались. Кроме того, и это может быть не менее важное обстоятельство, вне поля зрения оказывались глубокие связи романтизма с немецкой классической философией. Между тем такие ветви романтизма, по крайней мере немецкая, русская, датская и др., вобрали в себя дух диалектического восприятия мира. Представители этих ветвей романтизма развивали идеи многомерности и противоречивости природного и социального мира, подчеркивали активность субъекта в отношении к объекту, неисчерпаемость возможностей осознания объективной реальности и саморефлексии, выступали против прямолинейно-рассудочной интерпретации художественной и научной деятельности.

Середину 20-х гг. XX столетия сначала физики, а затем и историки науки, стали называть эпохой «бури и натиска». И это название во многом оправданно за счет творческого вклада в научное познание прежде всего Н. Бора, который остро ощущал необходимость кардинальной ломки понятий, лежавших до сих пор в основе описания природы [8, с. 278]. В создании принципиальных основ и концепций квантовой механики Н. Бор шел опираясь на глубокое вчувствование в предмет. Он нередко покидал городскую обстановку, чтобы на лоне природы, как он писал об этом П. Эренфесу, «в спокойной обстановке понюхать кое-какие новые, волнующие меня мысли» [8, с. 218]. Процесс созидания новой теории «требовал от Бора не только чрезвычайной сосредоточенности, но и в равной мере напряжения чувств, окрашивающих всю его философию» [21, с. 64]. Розенфельд подчеркивает страстность натуры Бора, «которая так гармонично сочеталась с интеллектуальной и непоколебимой верой в человеческий разум» [21, с. 87]. Мышление Бора не нуждалось в непосредственной опоре на схемы и формулы. Это качество роднило Бора-физика с Бором-философом.

Как утверждает Д.С. Данин, хотя Бор не читал ни Гегеля, ни гегельянцев, ни трудов по диалектической логике, но само изучение закономерностей природы привело его к тонкой диалектичности мышления [8, с. 321]. Бор взял на себя миссию создателя философии квантов как диалектики природы и диалектики познания [8, с. 238-239]. Мышлением Бора в процессе создания им квантовой механики двигало вперед понимание ведущей роли противоречия, наличие парадоксальных ситуаций, тупиковых, на первый взгляд, положений.

Именно в таких, как бы безвыходных случаях, у Бора и возникали важные теоретические новации. Так было, например, с утверждением Бором квантового постулата. «Решающим моментом в атомной модели Резерфорда было то, – рассказывает Бор, – что она со всей ясностью показала, что устойчивость атомов нельзя объяснить на основе классической физики и что квантовый постулат – это единственно возможный выход из острой дилеммы. Именно эта острота несоответствия заставила меня абсолютно поверить в правильность квантового постулата» [21, с. 65]. Наука делает вдруг скачок вперед лишь тогда, когда она встречается с отрицанием всего того знания, которыми она располагает на данный момент. Уместно здесь вспомнить знаменитую фразу Н. Бора о необходимой смелости в выдвижении новых научных идей, противоречащих предыдущим привычным положениям: «Это, конечно, сумасшедшая теория. Однако она мне кажется недостаточно сумасшедшей, чтобы быть правильной новой теорией» [25, с. 102].

Излюбленная стихия мысли Бора – диалог, поэтому так важно, что в пору «бури и натиска» он встретился с достойным ему собеседником и оппонентом – Эйнштейном. Эйнштейн предпочитал размышлять в одиночестве, что не было исключением и для Бора, но диалог для датского ученого способствовал взлету его мысли. Как рассказывал Л. Розенфельд, «если кто-нибудь из собеседников высказывал сомнение, то диалог мог принять очень бурный характер, ибо как только Бор находил путь к объяснению проблемы, он защищал свою точку зрения с безграничным пылом и настойчивостью» [21, с. 64].

Говоря о романтическом настроении мировоззрения Бора, следует иметь в виду его отношение к атмосфере юмора и иронии, плотно окутывающую круг сотрудников, учеников и многочисленных гостей Института теоретической физики в Копенгагене. Бор очень высоко ценил своего ученика и единомышленника В. Паули и весьма серьезно воспринимал критику последнего. Обычно эта критика выливалась в язвительные насмешки и уничтожающую иронию. «Бору нравились остроты Паули, он с большим уважением относился к мыслям, скрывающимся за его шутками, но влиянию сарказма не поддавался» [21, с. 67].

За годы исследований процесса становления неклассической физики в философской литературе сложились определенные схемы и шаблоны, далеко не бесспорные сегодня. Одно из таких расхожих мнений касается роли Эйнштейна и Бора в их совместном утверждении новой парадигмы в науке. Так, например, позиции, развитые в творчестве этих ученых, нередко толкуются как взаимоисключающие. Считается, что в их долголетнем споре Бор в конце концов одержал убедительную и окончательную победу, а Эйнштейн якобы потерпел закономерное поражение [19, с. 7]. При этом предполагается, что Бор и Эйнштейн исповедовали разные метатеоретические

основания, говорящие о принадлежности Эйнштейна к представителям классической науки, а Бора к неклассической. Однако, как мы пытались показать, мировоззренческое единство этих двух мыслителей и бунтарей перевешивало их концептуальные разногласия. Гораздо большей значимостью обладало не их соперничество, а их совместные усилия. Итогом этих усилий и явилась квантовая механика, которая вместе с другими элементами новой физики и естествознания в целом легла в основу неклассической науки.

Есть еще один аспект результатов исследования творчества Эйнштейна и Бора, которые с точки зрения современности требуют определенных поправок. В отечественной философии и истории науки сложилась традиция, идущая непосредственно от классиков марксизма-ленинизма, однозначно связывать метатеоретический уровень научной теории и даже ее как таковую с концептуальными построениями определенной философской школы. Так, например, в работе «Материализм и эмпириокритицизм», создававшейся во время большого всплеска взаимного интереса физиков-теоретиков к философии и философов к идейному брожению в естествознании начала XX в., В.И. Ленин высказал твердое убеждение, что современная физика идет к диалектико-материалистическому пониманию природы. «Но она идет, – писал он, – к единственно верному методу и единственно верной философии естествознания не прямо, а зигзагами, не сознательно, а стихийно, не видя ясно своей “конечной цели”, а приближаясь к ней ощупью, шатаясь, иногда даже задом. Современная физика лежит в родах. Она рождает диалектический материализм» [17, с. 335].

Советские философы и историки науки постоянно пытались интерпретировать положения неклассической науки (в частности квантовой механики) в духе диалектического материализма, критикуя ее творцов, порицая их философские высказывания за то, что они не разделяли этих якобы единственно истинных философских обобщений, сделанных от имени марксизма. Советским исследователям науки казалось, что ошибочность философских выводов великих ученых целиком определялась влиянием враждебных диалектическому материализму философских школ. Так, имея в виду взгляды Бора и его сотрудников по Институту теоретической физики, В.А. Фок писал: «взгляды эти вырабатывались под сильным влиянием идеалистической философии – так называемого позитивизма, – несовместимой с философией диалектического материализма» [27, с. 61].

С позиций сегодняшнего дня кажется большой натяжкой такое непосредственное сближение науки и философии представляется необоснованным тезис о возможности прямо связать научные положения с элементами какой-то определенной философской системы. Сегодня никто не возьмется утверждать, как это когда-то делал

В.А. Фок и многие другие советские философы, что «неправильные философские установки, примененные к какой-либо конкретной области науки, почти неизбежно приводят к ошибкам в самой этой области» [27, с. 61]. Хорошо это или плохо, но такой однозначной связи, как доказало, к примеру, развитие науки в СССР, между ее успехами и философскими утверждениями просто не существует. Напротив, множество фактов говорит о том, что идеологическое давление на научную деятельность приводило к отрицательному результату. Вместе с тем мы не согласны и с обратным утверждением, что между наукой и идеологией нет никакой позитивной взаимосвязи, что наука и идеология – качественно разнородные явления, как это представлялось, например А.А. Зиновьеву в 1974 г., и было высказано им от лица вымышленного героя его «социологического романа» [11, с. 232]. Связь между наукой и философией (идеологией) разнообразна и ведет как к негативным, так и к позитивным результатам. Н. Бор и А. Эйнштейн, как и многие другие ученые, относились очень свободно к школьному делению философов и никаким определенным выбором себя не стесняли. Их отношение к философским понятиям в целом опосредовалось их мировоззрением и мирозерцанием, о котором они сами выражались довольно неопределенно и многозначно. Их мировоззренческие взгляды не были оформлены концептуально. Такая концептуальная реконструкция мировоззрения основоположников неклассической науки является прямой задачей историков и философов, изучающих творческое наследие Эйнштейна и Бора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гейзенберг В.* Воспоминания о Нильсе Боре, относящиеся к 1922–1927 гг. // Шаги за горизонт. М.: Прогресс, 1987. С. 46-61.
2. *Бор Н.* О понятиях причинности и дополнительности // Избранные научные труды. В 2 т. М.: Наука, 1971. Т. 2. С. 391-398.
3. *Бор Н.* Дискуссии с Эйнштейном по проблемам теории познания в атомной физике // Там же. С. 399-433.
4. *Бор Н.* Единство знаний // Там же. С. 481-496.
5. *Бор Н.* Атомы и человеческое познание // Там же. С. 504-514.
6. *Бор Н.* Предисловие и введение к сборнику «Атомная физика и человеческое познание» // Там же. С. 515-517.
7. *Бор Н.* Квантовая физика и философия // Там же. С. 526-532.
8. *Данин Д.С.* Нильс Бор. М.: Молодая гвардия, 1978. 560 с.
9. *Дидье Жюльи.* Философский словарь / Пер. с фр. М.: Международные отношения, 2000. 544 с.
10. *Дирак П.А.М.* Воспоминания о необычайной эпохе. М.: Наука, 1990. 208 с.
11. *Зиновьев А.А.* Зияющие высоты. М.: АСТ; Астрель, 2010. 766 с.
12. Краткий философский словарь / Под ред. М. Розенталя и П. Юдина. М.: Госполитиздат, 1954. 703 с.
13. *Кузнецов Б.Г.* Эйнштейн. Жизнь. Смерть. Бессмертие. Изд. 5-е. М.: Наука, 1979. 680 с.
14. *Кузнецов Б.Г.* Физика и реальность у Эйнштейна // Эйнштейн А. Физика и реальность: Сб. ст. М.: Наука, 1965. С. 321-332.

15. *Ланцош К.* Альберт Эйнштейн и строение космоса. М.: Наука, 1967. 159 с.
16. *Лауэ М.* Мой творческий путь в физике (автобиография) // История физики. М.: ГИТТЛ, 1956. С. 165-200.
17. *Ленин В.И.* Материализм и эмпириокритицизм. М.: Политиздат, 1989. 508 с.
18. *Маршак С.Я.* Собрание сочинений. В 8 т. М.: Худож. лит., 1969. Т. 4. 687 с.
19. *Мирошников Ю.И.* Н. Бор – идеолог и творец неклассической физики (к 125-летию со дня рождения) // Наука Урала, 2011. № 15. С. 6-7.
20. Оксфордская иллюстрированная энциклопедия. В 9 т. М.: ИНФРА-М; Весь мир, Т. 1. 380 с.
21. *Розенфельд Л.* Развитие принципа дополнительности // Нильс Бор. Жизнь и творчество: Сб. ст. М.: Наука, 1967. С. 61-87.
22. *Розов М.А.* Проблема ценностей и развитие науки // Наука и ценности. Новосибирск: Наука, 1987. С. 5-27.
23. *Стёпин В.С.* Деятельностная концепция знания: (Дискуссии с Игорем Алексеевым) // Вопросы философии, 1991. № 8. С. 129-138.
24. *Трефил Джеймс.* 200 законов мироздания / Пер. с англ. М.: Гелиос, 2007. 528 с.
25. *Фейнберг Е.Л.* Научное творчество Нильса Бора // Нильс Бор. Жизнь и творчество: Сб. ст. М.: Наука, 1967. С. 88-102.
26. Философский словарь / Пер. с нем. Изд. 22-е. М.: Республика, 2003. 575 с.
27. *Фок В.А.* Критика взглядов Бора на квантовую механику // Философски вопросы современной физики. Сб. ст. М.: Госполитиздат, 1958. С. 61-78.
28. *Франк Ф.* Философия науки: Связь между наукой и философией. Изд. 3-е. М.: ЛКИ, 2010. 512 с.
29. *Храмов Ю.А.* Физики: Биографический справочник. Изд. 2-е. М.: Наука, 1983. 400 с.
30. *Шноль С.Э.* Герои, злодеи, конформисты российской науки. Изд. 2-е. М.: КРОН-ПРЕСС, 2011. 875 с.
31. *Эйнштейн А.* Механика Ньютона и ее влияние на формирование теоретической физики // Физика и реальность: Сб. ст. М.: Наука, 1965. С. 13-19.
32. *Эйнштейн А.* Физика и реальность // Там же. С. 38-60.
33. *Эйнштейн А.* Эпилог. Сократовский диалог // Эйнштейн о религии. М.: Альпина нон-фикшн, 2010. С. 51-68.
34. *Эйнштейн А.* Физика, философия и технический прогресс // Там же. С. 91-103.
35. *Эйнштейн А.* Письмо Морису Соловину от 1 января 1951 г. // Там же. С. 105-107.
36. *Эйнштейн А.* Письмо Морису Соловину от 7 мая 1952 г. // Там же. С. 109-113.

RESUME

Yuri Ivanovich Miroshnikov, Doctor of Philosophy, associate professor, head of Educational department of philosophy, Institute of Philosophy and Law, Ural branch of Russian Academy of Sciences. Ekaterinburg; (343) 362-34-07 miroshnikov1941@mail.ru

A. Einstein and N. Bohr: two romantics in search for the lost unity of physical knowledge

Establishment of non-classical science is studied through the lens of conflict between the principles of quantum mechanics found in the works of A. Einstein and N. Bohr. An attempt is made to bring closer their ideologies formed in opposition to positivism and romanticism.

Classical science and non-classical science, quantum mechanics, principles of causality and complementarity, objectivity of physical knowledge, positivism and romanticism in science, the problem of relationship between science and philosophy.

Материал представлен в редколлегию 21.09.2011 г.