

## РАЗДЕЛ I

# ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ПАРАДИГМА: ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

---

*Е.А.Мамчур*

### **Присутствуем ли мы при кризисе эпистемологических оснований парадигмы физического знания?**

Вынесенная в заголовок статьи фраза является почти дословным повторением вопроса, которым задавался несколько лет тому назад известный отечественный физик-теоретик И.Ю.Кобзарев. Обсуждая положение дел в физике элементарных частиц, он поставил вопрос: можем ли мы говорить о том, что мы присутствуем при кризисе теоретической парадигмы в этой области знания<sup>1</sup>? Заметим, что Кобзарев был прекрасно осведомлен о серьезных концептуальных изменениях в физике элементарных частиц, тем не менее он полагал, что его вопрос требует специального анализа. Мне представляется, что этот вопрос актуален не только для физики элементарных частиц, но и для естествознания в целом.

Есть весьма веские основания полагать, что мы присутствуем при становлении новой научной парадигмы. На наших глазах происходят глубокие концептуальные изменения в содержании естественнонаучного знания. Этот процесс носит постепенный характер, и улавливается он далеко не всеми. Тем не менее он совершается: идет мучительный и сложный, полный драматизма, хотя и не всегда осознаваемый, процесс обновления смысла и содержания основных научных категорий, ставших привычными и приобретенными характер устоявшихся стереотипов мышления; возникают новые категории, ранее не фигурировавшие в научном языке.

Однако сами по себе эти изменения еще не достаточны для того, чтобы говорить о возникновении новой парадигмы. Парадигма это не только содержание знания, это система целей и ценностей, разделяемых научным сообществом. Для того, чтобы можно было утверждать, что мы присутствуем при становлении новой парадигмы, дол-

жны быть зафиксированы не только содержательные (онтологические) изменения в научном познании, но и смысловые сдвиги на уровне эпистемологических оснований познавательного процесса. Анализируя проблему научных революций, великий реформатор естествознания В.Гейзенберг полагал, что о революции можно говорить лишь тогда, когда изменения происходят в самих основах науки, на уровне структуры мышления<sup>2</sup>. Насколько глубокие изменения произошли с основными эпистемологическими концепциями ныне господствующей парадигмы? Этот вопрос требует анализа. Начнем, тем не менее, с онтологического аспекта, ограничившись при этом физическим знанием.

### **Несколько слов об онтологическом аспекте физической парадигмы**

Если иметь в виду содержательный аспект становящейся парадигмы физического знания, то следует отметить, что он весьма далек от завершения. В самом деле, теоретической парадигмой современной физики (физики элементарных частиц и космологии) является квантовая теория поля. Наибольшего своего успеха эта теория достигла в начале 70-х гг., когда была создана так называемая стандартная модель, способная описать фундаментальные взаимодействия природы в рамках единой теоретической структуры — неабелевой калибровочной теории. Однако после создания стандартной модели последовал длительный период застоя, когда ничего существенного в концептуальном плане не было достигнуто, кроме детализированного экспериментального подтверждения теории.

Сторонники стандартной модели отмечают высокую степень согласования теории с экспериментом в рамках этой модели и полагают, что физика может считаться завершенной. Они уверены, что все основные законы субатомного мира уже открыты и систематизированы в стандартной модели.

Другие исследователи не приемлют такой точки зрения. Они указывают на недостатки стандартной модели, которая не решила многих очень важных задач, стоящих перед физикой элементарных частиц. Речь идет о проблеме унификации всех известных взаимодействий, проблеме квантовой гравитации, проблеме расходимостей, о наличии в теории слишком большого числа произвольных параметров. Имея в виду эти и другие многочисленные нерешенные проблемы квантовой теории поля, лауреат Нобелевской премии Ш.Глэшоу (один из создателей теории электрослабых взаимодей-

ствий, объединившей электромагнитные и слабые взаимодействия), нарочито заостряя ситуацию, заявил даже, что «квантовая теория поля просто неверна!»<sup>3</sup>. И уж тем более она не может претендовать на роль некоторой окончательной теории, которая, как известно, является мечтой большинства физиков. Многие исследователи мира элементарных частиц полагают, что физика стоит на пороге новой концептуальной революции, которая будет означать радикальный пересмотр основных допущений и принципов квантовой теории поля.

Часть исследователей связывают свои надежды с так называемой струнной теорией. Она может включить в себя гравитацию, в ней устраняется основной источник расходимостей — дискретность пространственно-временных точек в квантовой теории поля. Пока, однако, не удалось получить ни одного проверяемого следствия из этой теории. И такая ситуация будет существовать до тех пор, пока не будут достигнуты нужные уровни энергии. Стандартная модель справедлива лишь для достаточно низких уровней энергии.

Переход к исследованию новых, более глубоких уровней микромира, который совершается в физике элементарных частиц, вызывает глубокие изменения традиционного понимания таких универсалий нашего бытия, как время, пространство, материя, поле, волна, частица. Квантовая теория поля сделала важный шаг вперед по сравнению с квантовой механикой в плане унифицированного описания универсума. В квантовой механике полагалось, что мир состоит из полей и частиц: электроны — это частицы, а электромагнитное поле — это поле. В квантовой теории поля этот дуализм преодолен. Здесь предполагается, что базисными ингредиентами универсума являются квантовые поля, а частицы представляют собой проявления этих полей.

С другими компонентами онтологии квантовой теории поля далеко не все складывается так благополучно. Картина мира, построенная на представлениях этой теории, оставляет нерешенными такие важные вопросы, как что такое пространство, время, причинность. Пока не удастся согласовать фундаментальные компоненты современной теоретической парадигмы — квантовую механику и общую теорию относительности. Физики говорят, что на сегодняшний день у нас нет непротиворечивой картины мира. Есть лишь впечатляющие куски фрагментарного знания, которым еще только предстоит быть синтезированными в единое целое.

Более подробный анализ онтологического аспекта становящейся парадигмы в физическом познании не входит, однако, в намерения автора данной статьи. Эта задача по плечу лишь сообществу фи-

зиков в целом. Цель данной статьи — проанализировать изменения в эпистемологических основаниях, которое переживает современное физическое познание, и постараться выявить, насколько серьезный вызов брошен современному способу мышления в данной области научного знания.

### **«Горячие» эпистемологические точки формирующейся парадигмы**

Процесс глубоких эпистемологических изменений классической парадигмы физического знания начался фактически уже 70 лет тому назад, когда были заложены основания квантовой механики и была сформулирована релятивистская физика. Уже тогда стало ясно, насколько серьезные изменения претерпевает просуществовавшая более 300 лет картезианско-ньютоновская картина мира. Релятивистская физика отвергла классические представления о пространстве и времени. Но она не внесла существенных изменений в эпистемологию. Именно поэтому многие исследователи полагают, что эта теория принадлежит классической парадигме. Действительно революционные изменения в эпистемологии были сделаны квантовой механикой<sup>4</sup>. Эта теория потребовала не только введения новых понятий, ее открытие означало пересмотр основополагающих эпистемологических принципов научного знания. С появлением этой теории подверглись ревизии существующие представления о детерминизме (изменились представления о законе природы), произошли изменения в содержании идеалов объективности знания.

1. (А). Прежде всего, квантовая механика подвергла сомнению убеждение в *универсальном характере причинности*. Согласно господствующей ныне, так называемой стандартной, интерпретации квантовой механики эта теория является индетерминистской. Она не дает предсказаний, в какой именно точке пространства и в какой момент времени обнаружится та или иная элементарная частица. На основании этой теории удастся предсказать лишь вероятность попадания элементарной частицы в данную точку пространства. Квантовая механика, в ее ортодоксальной интерпретации, не объясняет, почему один из атомов, в упаковке атомов радиоактивного урана, распадается в данный момент, а другой — пролежит не распавшимся еще тысячу лет; она обеспечивает только знанием вероятности такого распада.

Вероятности присутствовали уже в классической физике. Макроскопические системы, состоящие из очень большого числа частиц, удается описать лишь статистическими закономерностями.

Вхождение статистики и вероятности в классическую физику объяснялось тем, что хотя каждая отдельная частица подчиняется обычным динамическим закономерностям классической механики, в результате огромного числа ее столкновений с другими частицами ее поведение приобретает случайный характер и оказывается прогнозируемым только вероятностным образом. В квантовую механику вероятность входит (согласно стандартной интерпретации) на других основаниях. Здесь вероятностный характер поведения частиц носит принципиальный характер. Не невозможность учесть все обуславливающие поведение частиц обстоятельства, а сама специфическая природа квантового объекта — вот что лежит в основе вероятностного способа описания в квантовой теории. Согласно стандартной интерпретации квантовой механики точного значения координаты частицы, так же как и точного времени распада атома, не знает не только познающий субъект — не знает сама природа.

Б). Дальнейшее развитие научного знания только углубило те изменения, которые произошли с детерминизмом в квантовой механике. Переход к анализу сложных, самоорганизующихся систем потребовал введения в научный обиход понятий самоорганизации, когерентности, спонтанности, нелинейности, хаоса, странных аттракторов, диссипативных структур, точек бифуркации и т.д. В связи с исследованием процессов самоорганизации, антропным принципом в космологии и отходом от ортодоксального дарвинизма в теоретической биологии в методологии естественнонаучного познания встал вопрос о возможности реабилитации *телеологического* способа объяснения.

В физику и философию Аристотеля телеологизм входил очень прочно и на вполне законных основаниях: финальная причина выступала у античного мыслителя одной из четырех типов каузальных связей. Наука Нового времени лишила легитимности любые апелляции к телеологическим связям при объяснении явлений природы. Такого типа объяснения были исключены из методологии естественнонаучного знания как имеющие антропоморфный характер. Известна борьба, которую вели Ф.Бэкон и Р.Декарт против использования телеологических представлений при объяснении природных явлений. Эта борьба была направлена против Аристотеля и схоластов, канонизировавших аристотелевскую философию.

Во второй половине XX в. наблюдается своеобразный возврат к аристотелевскому пониманию каузальности, суть которого в многозначной трактовке причинности.

Вопрос о возможности телеологического способа объяснения является спорным. Здесь можно высказать лишь предварительную и очень общую точку зрения. Если телеология предполагает существование в природе сознательно поставленных целей, то телеологическое объяснение следует по-прежнему подвергать остракизму: таких целей в природе пока не обнаружено. (И. Кант справедливо утверждал, что «телеология ни в чем не находит полного завершения своих изысканий, кроме теологии»<sup>5</sup>.) Можно согласиться с точкой зрения, согласно которой даже в биологии, где широко используется язык телеологии (скажем, существование того или иного органа в живом организме объясняют, используя выражения «для того, чтобы», «потому», «с целью») в точном, буквальном смысле слова телеологии нет, поскольку здесь не предполагается сознательная постановка цели<sup>6</sup>. При любом упоминании целей при описании природных процессов этот термин следует брать в кавычки. Телеологическое объяснение в буквальном смысле слова может применяться лишь тогда, когда речь идет о человеческой деятельности. (Вопрос о том, способны ли животные сознательно руководствоваться целью, является спорным.) При объяснении природных процессов понятие цели носит метафорический характер.

Именно так трактовал вопрос о роли телеологического объяснения в познании законов природы И. Кант, уделивший этому вопросу достаточно много места в своих работах. Кант осознал, что некоторые материальные процессы и некоторые продукты природы не могут быть объяснены только механическими причинами. «Суждение о них требует совершенно другого закона причинности, а именно причинности по конечным причинам<sup>7</sup>». Однако он неоднократно подчеркивал, что допущение существования конечных причин есть максима только рефлектирующей, но не определяющей способности суждения, т.е. она относится только к деятельности нашего рассудка, но не к самим объектам природы. («Целесообразность природы есть, следовательно, особое понятие а priori, которое имеет свое происхождение исключительно в рефлективной способности суждения», — пишет Кант<sup>8</sup>.) Кант утверждал, что предположение о существовании телеологических связей в природе является только регулятивным, но не конститутивным принципом познания. «Понятие о вещи как цели природы в себе, не есть, следовательно, конститутивное понятие рассудка или разума, но может быть только регулятивным понятием для рефлектирующей способности суждения...»<sup>9</sup>.

Отказываясь объяснять целесообразность природы деятельностью Творца (поскольку он стремился остаться в своем объяснении на точке зрения ученого и философа, а не на позиции верующего),

Кант утверждал, что при объяснении целесообразного устройства или поведения биологических систем их следует рассматривать так, *как если бы они были спроектированы, спланированы*. (Недаром Кант употреблял как синонимы понятия телеологического и технического способов объяснения.)

Процессы, в которых системы движутся к некоторому конечному состоянию, уместно называть не телеологическими, а квазителеологическими. Иногда их называют телеономическими. При этом существуют разные виды развития систем к некоторому конечному состоянию. Известный биолог Э.Майр<sup>10</sup> различал между теми «целе»-направленными процессами, которые можно описать как совершающиеся под действием механических причин, и теми, которые не могут быть объяснены таким действием. К первым относится, например, падение тела на землю. Оно совершается под действием силы тяжести и может быть объяснено механической причиной. Майр справедливо утверждал, что такие процессы не являются телеономическими. С позиции Майра телеономическими являются процессы, которые осуществляются по некоторой программе, в которой конечная «цель» как раз и запрограммирована. В качестве примера Майр приводит процесс развития организма согласно программе, заложенной в ДНК. Этот процесс не может быть описан, как совершающийся под действием механической причины.

Майр, конечно, прав: процесс, совершающийся согласно некоторой программе, не является каузальным, если иметь в виду механические причины. Проект моста, по которому он строится, не является причиной возникновения моста. Или если уж здесь употреблять термин причина, то следует говорить о причине в аристотелевском смысле этого слова: проект моста, так же как и программа развития организма, заложенная в ДНК, являются одним из аспектов аристотелевской причины (финальной причиной). Так что развитие организма по программе ДНК это действительно телеономический процесс.

Таким образом, в природе совершаются не телеологические, а телеономические процессы. Что касается антропного принципа в космологии, возможно, здесь речь идет о другом типе связи, аналогичном тому, который был открыт в свое время К.Г.Юнгом и который он назвал «синхронистичностью» (хотя несомненно, что существует сходство между синхронистичностью и телеономическими процессами). Исследуя явления человеческой психики, Юнг пришел к выводу, что для объяснения природных явлений недостаточно использовать лишь два типа отношений — каузальные и акаузаль-

ные. Необходимо ввести представления о третьем типе связей, который, не будучи каузальным, не является в то же время и случайным, а представляет собой полное смысла и значения повторяющееся совпадение событий<sup>11</sup>. Стремясь раскрыть загадку антропного принципа в космологии, известный космолог А. Линде говорит именно о синхронистичности, имея в виду некий третий тип связи. Думается, что нечто аналогичное синхронистичности лежит и в основании «перепутанных» событий (ЭПР-парадокс) в квантовой механике (см. по этому поводу<sup>12</sup>).

Выявляется перспективность использования идей К. Юнга при реконструкции взаимоотношения науки и других сфер культуры<sup>13</sup>. Идеям синергии в философии православной религии посвятил свою недавнюю книгу известный отечественный исследователь С. С. Хоружий<sup>14</sup>.

Все эти вопросы требуют, конечно, дальнейшего специального анализа. Как бы то ни было, однако важно обратить внимание на весьма характерное для современного научного познания явление: среди исследователей самых разных областей знания растет убеждение, что только каузальные, в том числе и вероятностные, представления не могут охватить всего богатства существующих в природе связей. Требуется обращение к каким-то иным представлениям, способным расширить наше понимание причинности.

В). Был брошен вызов не только универсальному характеру причинности. Изменился сам характер закона науки. Закон стал не только вероятностным. Законы стали *необратимыми*. В них на самом легитимном основании вошла стрела времени. Необратимость входила уже в классическую термодинамику. Но там она носила вероятностный характер: в принципе, хотя и с ничтожной долей вероятности, можно было говорить, что процесс перехода тепла пойдет самопроизвольно в обратном направлении, т.е. от горячего тела к холодному. Такое направление процесса не запрещалось термодинамикой, оно полагалось только маловероятным. В современной термодинамике открытых систем необратимость становится принципиальной.

В классической физике законы считались обратимыми. Необратимость, фиксируемая вторым началом термодинамики, объяснялась макроскопическим характером наших наблюдений. Ничего не изменило в этом отношении ни создание релятивистской физики, ни формирование квантовой механики. Ситуация изменилась только тогда, когда в поле научного исследования оказались хаотические, в высокой степени неравновесные состояния. В таких состояниях системы склонны к самоорганизации, в основе которой лежат



необратимые и направленные от прошлого к будущему процессы. Согласно современным представлениям<sup>15</sup> утверждение о том, что законы природы обладают обратимостью, справедливо только для определенного класса систем. В общем же такое утверждение неверно.

Г). Еще одно изменение в понятии законов природы состоит в признании их *исторического* характера. На современном этапе развития физического знания в физику и космологию вошла история. В классической физике предполагалось, что законы существуют постоянно и носят вневременной характер. Могут меняться материальные структуры и наше понимание этих структур, но фундаментальные законы остаются неизменными и существуют вечно. Согласно современным представлениям физические законы не существуют вне времени: они возникают на определенных этапах развивающейся Вселенной. Так, если верно то, что после  $10^{-43}$  сек. после Большого взрыва Вселенная могла быть описана Теорией Великого Объединения, то это означает также и то, что до этого времени законов, фиксируемых этой теорией, просто не существовало. Точно так же, если верно, что с момента после  $10^{-35}$  сек. Вселенная перешла в состояние, когда она могла быть описана стандартной моделью, то это означает, что законы, фиксируемые стандартной моделью, появились именно в это время. С течением времени, когда Вселенная остывала и расширялась, она перешла в стадию, когда к ней оказались применимы законы электрослабой теории С.Вайнберга, А.Салама и Ш.Глэшоу, что по современным воззрениям опять-таки означает, что эти законы как раз и возникли на этом этапе; а затем, в результате спонтанного нарушения симметрии, появились законы электродинамики.

Признание исторического характера физических законов является серьезным сдвигом в нашем понимании законов природы. «Утверждать, что КЭД (квантовая электродинамика) — эффективная теория, являющаяся низкоэнергетическим приближением теории электрослабых взаимодействий, значит все еще оставаться в пределах традиционных представлений. Но сказать, что теория электрослабых взаимодействий является к тому же результатом эволюционного, исторического процесса — значит добавить некоторое новое измерение к существующей объяснительной схеме», — справедливо утверждает известный историк науки С.Швебер<sup>16</sup>.

Аналогичный вывод делается и относительно биологических законов. Ссылаясь на работы Р.Левонтина<sup>17</sup>, Э.О.Вилсона<sup>18</sup> и др., С.Швебер пишет<sup>19</sup>, что, анализируя законы биологии, многие авторы приходят к выводу, что все теоретические обобщения относи-

тельно мира живого являются случайными выходами эволюции. Не существует неизменных биологических законов. Швебер приводит удачную метафору С.Голлда, утверждавшего, что если бы лента жизни подобно магнитофонной ленте могла бы проигрываться много раз, она давала бы каждый раз различные результаты<sup>20</sup>.

Д). И, наконец, высказывается уже почти фантастическое предположение, что законы могут подвергаться естественному отбору<sup>21</sup>.

2. Квантовая физика впервые бросила вызов не только универсальному характеру причинности. В ней были поставлены под сомнение такие регулятивные принципы классической физики, как реализм в описании квантово-механических явлений и объективность результатов измерения. В отличие от классической физики, в которой познающий субъект *открывал* явление, в квантовой — он некоторым образом создает его. (Недаром один из наиболее интересных зарубежных философов науки Я.Хакинг вводит в свою книгу специальную главу о «создании» явлений в лабораторном эксперименте.) Подверглась сомнению способность квантовой механики описать явления без ссылки на наблюдателя — а ведь такой способ описания был само собой разумеющимся в классической физике. На основании этой особенности квантово-механического описания микрореальности высказывается мнение, что идеал объективности знания в современной физике не работает, и наука должна отказаться от поисков истины. Мы должны признать, утверждают сторонники этой точки зрения, что «Давнее противостояние между идеалом знания, объективность которого устанавливается полным отсутствием какой бы то ни было ссылки на познающего субъекта, и чисто прагматической концепцией знания стало достоянием прошлого»<sup>22</sup>. Утверждается, что современная наука должна отказаться от поисков истины, если под истинным понимать знание, «отрезанное от собственных корней» (т.е. от самого субъекта. — *Е.М.*).

3. И наконец, в современном физическом знании происходит изменение в понимании еще одного основополагающего методологического принципа, лежащего в основании научной рациональности. Речь идет об *унифицирующей функции* научного знания. Стремление найти за видимой сложностью невидимую простоту всегда полагалось важнейшей особенностью научного познания. Это стремление приобретало название то принципа простоты, то эстетических критериев. Особенно ярко оно проявляет себя в физике элементарных частиц. Здесь требование унификации (единства) знания формулируется явно в качестве ведущего методологического принципа. Достаточно вспомнить историю этой области физичес-

кого знания: с какой радостью воспринималось открытие каждой очередной симметрии в мире элементарных частиц, поскольку она давала возможность сгруппировать большое число частиц в семейства; с каким восторгом была встречена теория электрослабых взаимодействий (Глэшоу, Вайнберг, Салам), приведшая к объединению электромагнитных и слабых взаимодействий; какие усилия затрачиваются физиками на достижение Великого объединения, которое позволило бы представить по крайней мере три из существующих в природе взаимодействий (всего их, как известно, четыре) в качестве проявлений некоего единого взаимодействия; и как, наконец, огорчаются физики по поводу того, что никак не удается включить в единую физическую картину гравитационное взаимодействие. Как верно отмечает Т.Цао в статье, опубликованной в этом же сборнике, поиски квантовой теории гравитации стимулируются не столько открытием неких аномальных экспериментальных фактов, настоятельно требующих новой теории для своего объяснения, сколько именно требованием унификации (вкуче с требованием непротиворечивости) взаимодействий при создании удовлетворительной картины физического мира.

В настоящий момент универсальный характер этого требования подвергается сомнению. Теоретики синергетики пишут о нем как о мифе, который лежал у истоков науки и от которого теперь пришла пора отказаться<sup>23</sup>. Среди исследователей субатомного мира нет единства по вопросу о том, каким будет будущее знание в плане его организации. Часть физиков являются приверженцами идеи некоей «окончательной теории» и выражают уверенность в возможности ее создания. Другие — думают иначе. Они полагают, что мир устроен неустранимо иерархическим образом. Это означает, что мир представляет собой несводимые друг к другу уровни организации материи. В этой связи утверждается, что единственной реальной стратегией для теоретической реконструкции мира элементарных частиц является программа «эффективных теорий». Эта программа предполагает бесконечную и не сводимую к некоему конечному состоянию серию теорий, каждая из которых является справедливой лишь для одного из уровней организации материи. Предполагается, что эти уровни связаны между собой каузально и являются, таким образом, лишь квази-автономными. Тем не менее законы, управляющие поведением объектов на разных уровнях, не сводимы друг другу. Так же несводимы они и к некоему «окончательному», «последнему» уровню.

В отличие от стратегии «окончательной» теории стратегия «эффективных» теорий является антиредукционистской. Если упоминать только очень известных физиков, то среди ее сторонников можно назвать Ш.Глэшоу. Как явствует из его недавно опубликованной статьи, он не верит в создание некоей окончательной теории, хотя и признает, что сама идея такой теории является великим стимулом в творчестве ученых, занимающихся теоретической реконструкцией мира элементарных частиц. Другой Нобелевский лауреат, разделивший премию с Глэшоу, С.Вайнберг, напротив, является убежденным сторонником идеи окончательной теории. Характерно в этом плане название одной из последних книг С.Вайнберга: «Мечта об окончательной теории»<sup>24</sup>. Вайнберг полагает, что одним из возможных кандидатов на роль окончательной теории является теория струн<sup>25</sup>.

### **Меняется многое, но далеко не все**

Таким образом, не только содержательная, онтологическая часть современной парадигмы претерпевает изменение. Меняются и ее эпистемологические аспекты. Хотелось бы, тем не менее, обратить внимание на то, что эти изменения отнюдь не носят глобального характера, поскольку в главном, в своих основаниях, эпистемологические предпосылки остаются неизменными.

1. В самом деле, как бы ни изменялись представления о законе, остается неизменным одно: поиски законов продолжаются во всех областях знания и на всех уровнях организации материи. Они осуществляются даже при исследовании хаотических систем, где характер законов претерпевает наиболее глубокие изменения. Как определяют их Пригожин и Сенгерс, хаотические системы являются крайним случаем неустойчивых систем, для которых описание в терминах траекторий оказывается недостаточным, поскольку траектории со временем расходятся экспоненциально. Это делает невозможным сколько-нибудь определенные предсказания будущего поведения систем.

Казалось бы, ситуация почти безнадежная. Но это не так. Напротив, по свидетельству самих ученых, «... физики все более и более обращаются к природе наиболее сложных и хаотических проявлений природы, пытаясь сконструировать законы для этого хаоса»<sup>26</sup>. Так для теоретической реконструкции поведения хаотических систем уже удалось разработать новый концептуальный аппарат, использующий вероятностное описание в терминах ансамбля траекторий<sup>27</sup>.

2. Как бы ни сдвигалась граница между субъектом и объектом познания, стремление к объективности научного знания остается неизменным. Такое утверждение может показаться неожиданным: ведь существует весьма распространенное мнение, что как раз с объективностью-то в новой парадигме далеко не так все безоблачно (см. приведенное выше мнение на этот счет И. Пригожина и И. Стенгерс). Остановимся на данном вопросе подробнее.

Вопрос об объективности квантово-механического описания реальности представляется дискуссионным и трудным для разрешения в значительной мере из-за неоднозначности самого термина объективность. В проблеме объективности квантовой механики оказываются слитыми, не расчлененными две на самом деле различных проблемы, связанные с различным пониманием самого термина «объективность» теории. Одна из них это проблема *объектности* описания (термин Э. Шредингера), т.е. описание реальности такой, как она существует сама по себе, без отсылки к наблюдателю. Другая — проблема объективности в смысле *адекватности теоретического описания действительности*. (У этого понимания объективности существует и субъектный аспект: это *интерсубъективность*, т.е. независимость теорий от мнений, точек зрения различных научных школ, исследовательских групп и, конечно же, отдельных ученых. Если такая объективность перестает достигаться в науке, то торжествует релятивизм.)

В методологическом сознании оба понятия часто оказываются неразличимыми, как бы «склеенными», хотя на самом деле речь идет о разных вещах. И это порождает путаницу в аргументации и спорах. Такое смешение демонстрируют, например, Пригожин и Стенгерс, когда они рассуждают об идеале объективности в современной физике. Вчитаемся еще раз в приведенную выше цитату из их книги. «Давнее противостояние между идеалом знания, объективность которого устанавливается полным отсутствием какой бы то ни было ссылки на познающего субъекта, и чисто прагматической концепции знания стало достоянием прошлого». Но «объективность как возможность обойтись без ссылки на познающего субъекта» и «прагматическая концепция знания», под которой понимается отказ от поисков истины, вовсе не противостоят друг другу. Это разные характеристики знания. Первая — означает объектность описания. Это ее имели в виду Пригожин и Стенгерс, когда выражали свое несогласие с Эйнштейном, для которого идеалом было знание, описывающее реальность как она существует независимо от сознания человека. Это именно объектность имели они в виду, когда уверяли, что

облик знания, «отрезанного от своих собственных корней», является иллюзорным. Но история становления и утверждения квантовой механики показывает, что можно отказаться от объективности описания, или, если хотите, от реализма в описании, но тем не менее продолжать быть приверженцем истины в науке. (Что и произошло с большинством сторонников ортодоксальной интерпретации квантовой механики.)

Таким образом, прежде чем отвечать на вопрос, дает ли квантовая механика объективное описание и является ли работающим здесь идеал объективности, следует развести, расчленив эти два понятия.

А теперь, имея в виду существование двух разных смыслов понятия «объективность», попытаемся ответить на вопрос, работает ли все еще идеал объективности знания в квантовой механике.

Рассмотрим вначале круг проблем, связанных с объектностью описания. Здесь имеется по крайней мере два аспекта.

Первый связан с декартовским разделением между субъектом и объектом познания. Вопрос об объективности в этом случае — это вопрос о независимости самой микрореальности или ее описания от сознания наблюдателя. Вопрос ставится так: что описывает квантовая механика — микроявления или микроявления плюс сознание наблюдателя? Он действительно не раз поднимался физиками, в том числе и творцами самой квантовой теории. Его ставили Э.Шредингер, Дж.Уилер, Ю.Вигнер, А.Шимони и др. Часть физиков при этом отрицали такую возможность (Э.Шредингер), часть относились к идее положительно. Что при этом, однако, подразумевалось под сознанием и как именно предполагалось учитывать фактор сознания в теоретической реконструкции микрореальности, осталось неясным. Дальше деклараций о необходимости такого учета дело, по-видимому, не пошло.

Вот как пишет об этом, например, А.Шимони. «Мне представляется правдоподобным, что все попытки объяснить редукцию волнового пакета чисто физическим путем окажутся несостоятельными. Тогда останется лишь один тип объяснения перехода от квантово-механической потенциальности к актуальности: включение сознания. Я думаю, что Шредингер был не прав, исключая такую возможность априорно. Возможно эмпирические данные покажут необходимость наложения новых ограничений на процедуру объективации...и выявят некоторые несовершенства на физическом уровне, некоторые, так сказать, трещины (fissures), через которые проявит себя существенно ментальный характер мира»<sup>28</sup>. Как видим, утверждения Шимони носят гипотетический и очень осторожный

характер. При этом сам А.Шимони добавляет, что для того чтобы обсуждаемый тезис перестал быть чистой спекуляцией, необходимо, чтобы были проделаны тщательные эксперименты, которые к тому же должны быть воспроизводимыми<sup>29</sup>.

Впрочем, вопрос продолжает дискутироваться<sup>30</sup>. Большая часть физиков весьма критически относятся к возможности включения сознания наблюдателя в измерительную процедуру и отвергают саму эту возможность. Ссылаются, в частности, на то, что в процедуре измерения наблюдатель вполне может быть заменен компьютером, и в этом случае речь вообще не может вестись о чем-либо сознании<sup>31</sup>. Следует отметить также, что проблема сознания в настоящее время воспринимается представителями всех традиционно связанных с изучением этого феномена научных дисциплин, как одна из самых сложных и весьма далеких от разрешения. И пока она не будет прояснена, вряд ли вопрос об участии сознания наблюдателя в процедуре квантово-механического измерения может обсуждаться действительно серьезно. Так что мы не будем больше касаться его в данной статье.

Отметим только, что существуют достаточно серьезные попытки показать, что все концепции, авторы которых провозглашают необходимость учета сознания наблюдателя, на самом деле не выглядят обоснованно<sup>32</sup>. На этом основании утверждается, что все заявления об исчезновении границы между субъектом и объектом познания в квантовой механике не имеют под собой достаточных оснований и что в этом отношении квантовая механика не отличается от классической. Если это и в самом деле так, тогда в этом плане никакой угрозы объективности квантовой механики не существует.

Второй аспект связан с тем, что, как уже утверждалось, в квантовой механике (по крайней мере в ее стандартной интерпретации) в отличие от классической не *открывают* явления, которые существуют до любого акта измерения или описания, а *создают* их в процессе измерения, и только их и описывают, не «добираясь» до самой реальности. И если объективность понимать как описание действительности самой по себе, то квантовая механика и в самом деле не является объективной. (Впрочем, и здесь не все так просто и однозначно, поскольку многие свойства микрообъектов, такие как спин, масса, заряд — не зависят от макроприборов и, следовательно, характеризуют объект сам по себе. Действительно зависят от прибора такие свойства микрообъекта, как его положение в пространстве и импульс<sup>33</sup>.)

Что касается объективности в смысле истинности, то, как представляется, здесь можно смело утверждать, что квантовая теория объективна в той же мере, что и классическая физика. В данном отношении при переходе от классической парадигмы к неклассической ничего не изменилось.

Идеал объективности знания, в смысле адекватности его положению дел в мире и его интересубъективности, является таким же важным и значимым в неклассической физике, как и в классической. И там и здесь, делая скидку на историческую ограниченность и относительность теории, обусловленных уровнем существующей системы знаний, экспериментальными возможностями данного времени и т.д., можно утверждать, что хотя бы относительная объективность описания достигается.

Правда, методы достижения такой объективности в неклассической физике отличаются от методов классической. В отличие от классической физики, где для получения информации об объекте достаточно экспериментальной установки одного типа, для получения информации о микрообъекте необходимо использование двух типов экспериментальных установок (одна из них для исследования волновых свойств микрообъекта, другая — для корпускулярных), которые обеспечивают наблюдателя двумя типами взаимоисключающей информации, которые, тем не менее, некоторым образом дополняют друг друга.

Эта картинка противоречит здравому смыслу (если, конечно, имеется в виду здравый смысл представителя классической науки). Тем не менее физики, по крайней мере те, которые придерживаются стандартной интерпретации квантовой механики, убеждены, что эта картина верна, что сколь бы странной она ни была, в ней зафиксировано, пусть относительное, знание о микрореальности. Экспериментальное подтверждение нарушения известных неравенств Белла явилось очень сильным аргументом в пользу того, что стандартная интерпретация квантовой механики является адекватной действительности<sup>34</sup>.

Цель науки — достижение объективно истинного знания. Наука перестала бы быть наукой, если бы она отказалась от этой цели. Воспользовавшись терминологией И.Канта, можно утверждать, что достижение этой цели является потребностью самого Разума. Разум страстно стремится к этой цели и будет испытывать чувство интеллектуального дискомфорта до тех пор, пока не достигнет ее. Какие бы перебитии ни испытывала наука, она не откажется от этой цели. Потребность в истине коренится в особенностях психологии Трансцендентального Субъекта познания.



Другое дело, что рассматриваемая потребность Разума никогда не бывает удовлетворена полностью. Любая полученная картина, или лучше сказать модель реальности, оказывается верна лишь частично. Фактически объективность относительно теорий оказывается лишь кантовским регулятивным принципом познания. Тем не менее без этого регулятива сама научная деятельность потеряла бы смысл.

Наученные горьким опытом революций в науке, ученые уже не онтологизируют свои модели реальности<sup>35</sup>. Тем не менее они считают, что в них содержится известная доля истины.

Так что в плане объективности в смысле адекватности теории действительности каноны рациональности не изменились. Изменились критерии, связанные с объектностью описания.

Присуще ли Разуму стремление к объектности в той же мере, что и стремление к объективности теорий, покажет время. Но то, что эти два стремления характеризуют два разных свойства психологии Трансцендентального Субъекта, уже очевидно. В отличие от стремления к истине стремление к объектности описания характеризует уже далеко не всех исследователей. Ведь многие из них уже приняли стандартную интерпретацию, смирившись с ее антиреалистическим (антиобъектным) характером. Возможно, что стремление к реализму является не таким глубинным свойством психологии Трансцендентального Субъекта как стремление к истине. Вполне может оказаться, что стремление к объектности описания никогда не будет реализовано и антиреалистическая интерпретация будет признана окончательно верной. Учитывая, однако, что в последнее время после довольно длительного затишья на физиков и философов науки обрушилась лавина новых интерпретаций, стремящихся преодолеть ее антиреалистический характер и разрешить ее парадоксы, вполне возможно допустить, что все сложится иначе, и идеал объектности описания вновь восторжествует в квантовой механике.

И наконец, какая бы множественность при реконструкции реальности ни открывалась, физики отнюдь не отказываются от поисков единства в многообразии. Высказывается, в частности, мнение, что даже если в физике элементарных частиц победит программа эффективных теорий, это не будет означать отказа от идеала единства знания. Характерна в этом плане полемика, развернувшаяся на конференции, посвященной концептуальным основаниям квантовой теории поля (март 1996 г., в Бостонском университете (США)). Кембриджский философ науки М.Рэдхед, обсуждая концептуальные основания квантовой теории поля и защищая идеалы единства научного знания и стратегию поисков «окончательной» теории, се-

товал на то, что без такой стратегии и без такой теории вся исследовательская деятельность в области физики элементарных частиц станет значительно менее соответствующей эстетическим критериям, а значит, значительно менее волнующей в интеллектуальном отношении<sup>36</sup>. На что другой участник конференции Т. Ю Цао возражал, что эстетизм картины не пострадает, даже если придется отказаться от монофундаментализма и согласиться на полифундаментализм, неизбежно порождаемый программой эффективных теорий. Просто идеалы единства и красоты теоретического описания действительности также приобретут черты полифундаментализма. Исследователь каждого из уровней иерархического описания мира будет пытаться найти лежащие в основании явлений закон и порядок, наслаждаясь красотой достигнутых обобщений, даже если он и будет осознавать, что его теория имеет ограниченную область применимости. И это не должно будет обескураживать его. Ведь даже наиболее последовательный сторонник единой и окончательной теории в физике элементарных частиц понимает, что его теория имеет ограниченную область приложимости и не может быть использована, скажем, в экономике или поэтическом творчестве<sup>37</sup>.

Остается добавить от себя, что вопреки высказываемым опасениям критерий объективности (и даже истинности) теоретического описания действительности также останется в силе, и физическое познание отнюдь не «впадет» в релятивизм. Верно, что вопрос об истинности описания реальности на том или ином иерархическом уровне будет иметь смысл только по отношению к рассматриваемому уровню. Однако это вовсе не означает, что ученые не будут задаваться вопросом об истинности картины в целом: он по-прежнему останется самым важным эпистемологическим вопросом физического познания.

Возвращаясь к вопросу, вынесенному в заголовок статьи, можно сделать следующие предварительные выводы. Прежде всего, вопрос нуждается в дальнейшем исследовании. Тем не менее даже беглый анализ дает основание отметить, что современная естественнонаучная (имеется в виду главным образом физическая) парадигма переживает период существенных изменений. Однако эти изменения не носят столь радикального характера, чтобы можно было утверждать, что мы присутствуем при кризисе самих оснований существующей парадигмы. Основания важнейших эпистемологических принципов ныне господствующей парадигмы — принципа детерминизма, объективности и единства знания — остаются неизменными. А это, как говорят, дорогого стоит. До тех пор, пока такие основания не претерпевают действительно радикальных изменений, говорить о кризисе существующей парадигмы преждевременно.

## Примечания

- <sup>1</sup> *Кобзарев И.Ю.* Присутствуем ли мы при кризисе базисной программы парадигмы современной теоретической физики? // *Философия физики элементарных частиц.* М., 1995.
- <sup>2</sup> *Гейзенберг В.* Изменения структуры мышления в развитии науки // *Гейзенберг В.* Шаги за горизонт. М., 1987. С. 190.
- <sup>3</sup> *Glashow S.L.* Does quantum field theory need a foundation? // *Conceptual foundations of quantum field theory.* Cambridge University Press, Cambridge, 1999. P. 77.
- <sup>4</sup> Говоря о создании релятивистской физики, ее создатель А.Эйнштейн в лекции, прочитанной им в 1921 г., не расценивал ее появление как научную революцию: он считал, что она является естественным продолжением и завершением работы Фарадея, Максвелла и Лоренца (см.: *Nature*, vol. 107. P. 504, 1921). (Хотя многие физики придерживались на этот счет другого мнения, считая, что отказ от абсолютной одновременности и абсолютного времени это подлинно революционное изменение в науке.) В то же время, оценивая изменения, которые привнесла с собой квантовая механика, Эйнштейн характеризовал их как кризис в науке. «Казалось, что почва выбита из-под ног...», — писал он, вспоминая время появления основных идей квантовой теории (A.Einstein. *Autobiographical notes* // *Albert Einstein: philosopher scientists*, N.Y., 1949. P. 45).
- <sup>5</sup> *Кант И.* Критика способности суждения /Пер. Н.М.Соколова. СПб.: Попов, 1898. С. 290.
- <sup>6</sup> *Никитин Е.П.* Объяснение — функция науки. М., 1970. С. 98-99.
- <sup>7</sup> *Кант И.* Цит. пр. С. 274.
- <sup>8</sup> Там же. С. 17.
- <sup>9</sup> Там же. С. 259.
- <sup>10</sup> *Mayr E.* Teleological and teleonomic, a new analysis // *A portrait of twenty-five years.* Boston Studies in the philosophy of science, Dordrecht, 1985.
- <sup>11</sup> *Jung C., Pauli W.* The interpretation of nature and psyche. N.Y., 1955.
- <sup>12</sup> См.: *Менский М.Б.* Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов // *Успехи физических наук.* 2000. Т. 170, № 6. С. 631-648.
- <sup>13</sup> *Мамчур Е.А.* Проблемы социокультурной детерминации научного познания. М., 1987. С. 31-45.
- <sup>14</sup> *Хоружий С.С.* После перерыва: пути русской философии. СПб., 1994. Ч. II.
- <sup>15</sup> *Пригожин И., Стенгерс И.* Время, хаос, квант. М., 1994.
- <sup>16</sup> *Schweber S.S.* The metaphysics of science at the end of a heroic age // *Experimental metaphysics. Quantum mechanical studies for Abner Shimony*, vol. one. Boston studies in the Philosophy of Science, vol. 193, Dordrecht, Boston, London, 1997. P. 184.
- <sup>17</sup> *Lewontin R.C.* Are there laws of biology? // *Lecture*, Harvard University, 1996.
- <sup>18</sup> *Wilson E.O.* The coming pluralisation of Biology and the Stewardship of systematisation. *Bio-Science*, vol. 39. 1989. P. 242-247.

<sup>19</sup> *Schweber S.S.* Op. cit. P. 173.

<sup>20</sup> *Gould S.J.* Wonderful Life. N.Y., Norton, 1989.

<sup>21</sup> Такое предположение выдвигает молодой физик и космолог Ли Смолин (Пенсильванский Университет, США). Основываясь на идеях Дж.А.Уилера относительно неизбежной гибели черных дыр, Смолин рисует космологический сценарий, который смог бы объяснить значение параметров стандартной модели физики элементарных частиц. Он следует гипотезе, согласно которой каждая черная дыра в нашей Вселенной ведет к созданию новой вселенной (и соответственно Большой взрыв, явившийся источником нашей Вселенной, согласно этому предположению был результатом формирования некоей черной дыры в другой вселенной). Следуя идеям Уилера, Смолин предполагает (*Smolin L.* The Fate of Black Hole Singularities and the Parameters of the Standard Models of Particle Physics and Cosmology // preprint cgyu-94/3-5, Center for Gravitational Physics and Geometry, the Pennsylvania State University, 1994), что при возникновении вселенных величины физических и космологических параметров испытывают небольшие случайные изменения. Эта гипотеза позволяет предположить, что эти параметры подвергаются «отбору», максимизирующему продуцирование черных дыр (а значит, и число вселенных). Таким образом, согласно этой гипотезе в мегамире действует принцип, аналогичный принципу максимизации проявлений жизни на земле, который, по предположению Дарвина, является глобальным принципом, управляющим эволюцией жизни на нашей планете.

Конечно, ко всем этим предположениям нужно относиться с осторожностью, помня о крайней степени их гипотетичности и о метафизическом характере. Тем не менее нельзя не согласиться со Швевбером, что сам факт обсуждения подобных предположений на весьма уважаемых форумах ученых и космологов является свидетельством глубоких изменений характера самой метафизики науки (*Schweber S.S.* Op.cit. Pp. 173, 186).

<sup>22</sup> *Пригожин И., Стенгерс И.* Время, хаос, квант.. С. 48.

<sup>23</sup> *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. М., 1986. С. 89 и далее.

<sup>24</sup> *Weinberg S.* Dreams of a final theory. L., 1993.

<sup>25</sup> См., *Weinberg S.* What is quantum field theory, and what did we think it was? // Conceptual foundations of quantum field theory. P. 250.

<sup>26</sup> *Kadanoff L.* From order to Chaos, Essays: Critical, Chaotic and Otherwise, Singapore, World Scientific. 1993. P. 403.

<sup>27</sup> *Пригожин И., Стенгерс И.* Время, хаос, квант. М., 1994.

<sup>28</sup> *Shimony A.* Reflections on the Philosophy of Bohr, Heisenberg, and Schredinger // A Portrait of Twenty-five Years, Boston Colloquium for the Philosophy of Science 1960-1985. Dordrecht / Boston / Lancaster, 1985. P. 314-315.

<sup>29</sup> *Shimony A.* Op.cit. P. 315.

<sup>30</sup> См.: *Менский М.Б.* Цит. ст.

<sup>31</sup> Такой точки зрения придерживался известный отечественный философ науки С.В. Илларионов. См.: *Илларионов С.В.* Современная наука так же объективна, как и классическая // Судьбы естествознания: современные дискуссии. М., 2000.

- <sup>32</sup> См., в частности: *Севальников А.Ю.* Современные онтологические модели квантовой механики: философский анализ (канд. диссертация). М., 1997.
- <sup>33</sup> *Марков М.А.* О природе материи. М., 1976. С. 47.
- <sup>34</sup> Существуют и другие, более «прозрачные» (по сравнению с результатами Белла) доказательства справедливости стандартной интерпретации. Так Харди и Йордан развили новый подход к обоснованию несостоятельности идеи локального реализма (постулируемого известным ЭПР-аргументом). Этот подход позволяет доказать несостоятельность идеи локального реализма при ее приложении к эксперименту по интерференции двух фотонов. Л.Мандел с сотрудниками осуществили такой эксперимент, и это дало им основания заявить, что утверждения ортодоксальной интерпретации квантовой механики относительно того, что «измерения создают реальность, ближе к истине, чем идея локального реализма, содержащаяся в ЭПР-аргументе» (*Mandel L.* Evidence for the failure of local realism based on the Hardy-Jordan approach // *Experimental metaphysics. Quantum mechanical studies for Abner Shimony, vol. one. Boston Studies in the Philosophy of Science. Vol. 193, Dordrecht, Boston, London, 1997. P. 135.*
- <sup>35</sup> Вот как пишет об этом И.Ю.Кобзарев: «...Общественное мнение исследователей всегда было склонно онтологизировать парадигмы, но дальнейшее развитие всегда показывало, что на самом деле речь шла о феноменологических структурах» (*Кобзарев И.Ю.* Цит. ст. С. 124).
- <sup>36</sup> *Redhead M.* Quantum field theory and the philosopher // *Conceptual foundations of quantum field theory.* P. 39-40.
- <sup>37</sup> *Caoyu T.* Why are we philosophers interested in QFT? // *Conceptual foundations of quantum field theory?* P. 33.