

УДК 165.3

ПРИНЦИПЫ ФИЗИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ И ИХ ЭВРИСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Х.И. Мингулов

ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»,
г. Самара

Посвящена философско-мировоззренческому анализу содержания методологических принципов познания. Опираясь на материалы фундаментальной науки, автор раскрывает эвристический потенциал принципов физического познания. Особое внимание уделяется философским аспектам установления онтологических границ физического познания.

Ключевые слова: *основания науки, принципы познания, принцип дополнителности, принцип инвариантности.*

Важным основанием научного познания выступает система исследовательских принципов. Данная система является фундаментом научной деятельности; благодаря именно ей происходит обобщение и распространение какого-либо положения на явления изучаемой области, из которой принцип выведен. Понятно, что процесс выработки самих принципов и оформление их в систему осуществляется пролонгировано в истории и во многом определяется конкретными условиями. В ходе развития естественных наук были выработаны специфические правила и принципы, позволившие ученым наиболее эффективно производить знания и формулировать теоретические выводы. К числу таких правил можно отнести: принцип причинности, проверяемый на опыте; принцип наблюдаемости, сыгравший огромную роль в становлении физики XX в.; принцип соответствия, демонстрирующий преемственность в науке; принципы симметрии, инвариантности и др. В условиях постнеклассического этапа развития науки доминирует стремление к синтетическому взгляду на окружающий мир. Всё здание естественнонаучных знаний базируется прежде всего на достижениях физики. Эта дисциплина формирует концептуальный каркас естественнонаучной картины мира, устанавливает трансдисциплинарные отношения в науке. Можно выделить три уровня познания физической реальности. Первый уровень – это установление отдельных фактов (событий в теоретической физике). Физические законы – второй уровень познания. И наконец, обобщение физических законов дает более общие принципы – это третий уровень познания [1, с. 727]. Поэтому вполне закономерно, что понятия и принципы физики, являясь частью более общих подходов, приобретают общенаучное значение. В рамках концепции физикализма, как известно, истинность положений любой науки определяется ее соответствием законам физики. В философском смысле эта процедура квалифицируется как редукционизм, т. е. сведение сложного к простому, высшего к низшему.

А. Эйнштейн считал, что «высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, из которых путем чистой дедукции можно получить картину мира» [2, с. 40]. Представляется ясным, что в методологических принципах физики находят отражение научно-философское мировоззрение, стиль мышления и картина мира той или иной эпохи или периода в развитии науки. В ходе исторического развития науки они не остаются неизменными: происходит расширение или сужение сферы их действия и применения, меняется и их содержание. Остановимся подробнее на этом принципиальном вопросе. Рассматриваемые принципы достаточно условно можно разделить на гносеологические и онтологические, хотя некоторые из них имеют и синтетическое значение. Они могут быть заимствованы из различных дисциплин – логики, математики, философии или других наук. В качестве примера принципа соответствия в физике можно указать на постулат Нильса Бора, предложенный им ещё в 1913 г.: «Никакая новая теория не может быть справедливой, если она не содержит в качестве предельного случая старую теорию, относящуюся к тем же явлениям, поскольку старая теория уже оправдала себя в этой области» [3, с. 43]. Принцип соответствия раскрывает соотношение между физическими теориями, описывающими одни и те же процессы, указывает условия перехода от одной теории к другой. К примеру, классическая механика переходит в релятивистскую при скоростях, сравнимых со скоростью света, при скоростях, меньше скорости света, релятивистскими эффектами можно пренебречь. Соответственно, когда энергия объекта и его взаимодействий сравнима с постоянной Планка, классическая физика трансформируется в квантовую.

Важно иметь в виду, что рассматриваемый принцип является одним из факторов, способствующих преодолению противоречий в системе научного знания. Согласно принципу соответствия, смена одной естественнонаучной теории другой обнаруживает не только их изменение, но и преемственность между ними. Новая теория не просто отрицает традиционные представления, а в определенной форме использует их. Тем самым устанавливаются пределы старых теорий, а также намечаются перспективы новых теоретических исследований. Такая взаимосвязь придает целостность всему зданию науки и его отдельным сегментам, а также свидетельствует о высоком эвристическом потенциале данного принципа при распространении научных методов в те сферы реальности, в которых они прежде не применялись. Обобщенная формулировка принципа соответствия имеет вид теории, справедливость которой установлена для той или иной предметной области. В процессе становления новых более общих теорий такие принципы не устраниаются как ложные, но сохраняют свое значение для прежней области в качестве предельной формы и частного случая новых теорий. Выводы новых теорий в той области, где была справедлива «классическая» теория, переходят в выводы классической теории; в свою очередь, математический аппарат (фундаментальные уравнения и

их следствия) новой теории, содержащий некий характеристический параметр, значения которого различны в старой и новой предметных областях, при надлежащем значении данного параметра асимптотически переходит в математический аппарат старой теории. Невозможность одновременного полного описания движения микрообъектов в теоретических схемах макроскопической физики привела к выдвигению Н. Бором принципа дополнительности импульсно-энергетического и пространственно-временного описаний движения микрообъектов. Этот принцип имеет уже не только гносеологическое, но и онтологическое значение.

В обобщенном виде сущность принципа дополнительности заключается в том, что для воспроизведения целостности явления на определенном этапе его познания необходимо применение взаимоисключающих и взаимоограничивающих друг друга понятий и представлений. Именно совокупность последних обеспечивает относительную полноту информации. Речь идет о принципиальной необходимости подключения различных теоретических методов при описании познавательного взаимодействия между субъектом и объектом познания, невозможности достигнуть уровня абсолютно истинного и завершенного знания. Стоит обратить внимание, что рассматриваемый принцип наглядно и парадоксальным образом коррелирует с диалектическим методом. Так, к примеру, Бор разъяснял, что имеют распространение два вида истины – тривиальная, отрицать которую нелепо, и глубокая, для которой обратное утверждение также представляется глубокой истиной. Другими словами – содержательность утверждения проверяется тем, что его сложно опровергнуть. Известный физик оперировал понятием «истина» как неким дополнением к понятию «ясность». Он также полагал, что проблема «свободы воли» решается дополнительностью мыслей и чувств [там же, с. 48]. В самом деле, пытаясь анализировать переживания, мы поневоле изменяем их и, наоборот, отдаваясь чувствам, теряем возможность их анализа. Принцип дополнительности применяется также и в других дисциплинах – биологии, лингвистике и ряде других наук. Например, создание физической картины какого-либо явления требует качественного подхода, сопряженного с пренебрежением деталями, что приводит к отказу от математической точности. Тогда как точное математическое описание реальности настолько усложняет картину, что затрудняет физическое понимание.

Онтологическое значение имеет и принцип относительности, выдвинутый Галилеем и позже обобщенный Эйнштейном. Речь идет об относительности параметров, т. е. измеримых физических величин, зависимости последних от систем отсчета в релятивистской механике, от условий и средств наблюдения (в квантовой механике). Исследование природного процесса в пределах одного структурного уровня также может основываться на принципе относительности. Если в природной системе установилось относительное равновесие и выявлена фундаментальная ячейка, то

все взаимодействия этой системы со средой могут тестироваться относительно данной ячейки. При этом могут быть изучены все стороны природного процесса. Если этот процесс исследуется с точки зрения соседних структурных уровней, то анализируется какая-то одна из его граней или эти грани изучаются поочередно, т. е. в этом случае основным используемым принципом становится принцип дополнительности. Последний рассматривает одну грань за другой в природных процессах и явлениях, имея в виду и взаимосвязи подобного рассмотрения. Принципы относительности и инвариантности позволяют подбирать систему координат, наиболее удобную для данного исследования, формировать своего рода троичный взгляд для этого рассмотрения и выделять различные уровни постижения природы. Принцип инвариантности, как известно, постулирует неизменность законов физики при переходе от одних систем отсчета к другим. Законы физики инвариантны в системе координат Галилея – в классической механике, Лоренца – в релятивистской физике.

По отношению к зеркальному отражению, т. е. переходу от правой к левой системе координат и обратно, принцип инвариантности совпадает с принципом симметрии. Последний означает инвариантность законов физики относительно симметричных преобразований системы отсчета: пространственно-временных координат, изменения знаков электрического и других зарядов. Вещество и антивещество неразличимы относительно физических законов. В рамках теоретической физики доказана СРТ-теорема, гласящая, что физические законы должны тождественно сохраняться при одновременном изменении знаков пространственной координаты, всех зарядов и времени. Впрочем, качественный смысл этой теоремы пока не вполне ясен. Последние достижения физики элементарных частиц связаны с дальнейшим обобщением понятий симметрии. В частности, отыскиваются соотношения, инвариантные более сложным преобразованиям симметрии, формирующимся с помощью математической теории групп. Стоит подчеркнуть, что именно таким методом удалось построить систематику элементарных частиц и найти закономерности в их массах. Если наблюдается симметрия между различными процессами, то такие процессы называются аналогичными или подобными и описываются одинаковыми в математическом отношении уравнениями, а физические переменные одного из рассматриваемых процессов соответствуют переменным другого процесса.

Из общих принципов инвариантности следует целый класс физических законов – законы сохранения. Инвариантность по отношению к смещению системы отсчета во времени дает закон сохранения энергии, к смещению в пространстве – закон сохранения импульса (количества движения), к повороту в пространстве – закон сохранения вращательного момента (момента количества движения). В свою очередь, градиентная инвариантность (относительно преобразований потенциалов поля) приводит к закону сохранения электрического заряда. Связь законов сохранения с

принципами инвариантности дает рациональное объяснение исключительной фундаментальности этих законов. «Естественно искать их корень в общих принципах философского характера», – констатирует в этой связи известный специалист в области биофизики М.Д. Франк-Каменецкий [4, с. 87]. И продолжает: законы сохранения «оказываются проявлением общих принципов инвариантности, связанных либо с фундаментальными геометрическими свойствами пространства-времени (однородность и изотропность в бесконечно малом), либо со свойствами основных физических взаимодействий (градиентная инвариантность потенциалов поля)» [там же]. Имеются основания утверждать, что и вопрос о конечности или бесконечности Вселенной в пространстве и времени нельзя решать, не учитывая принципа инвариантности. Расчеты процессов гравитационного коллапса на основе общей теории относительности показывают, что самое понятие бесконечного времени не является инвариантным: процесс, который в одной системе отсчета длится бесконечно долго, в другой заканчивается за вполне определенное конечное время. Отсюда вытекает, что и время существования Вселенной в целом может быть конечным или бесконечным в зависимости от системы отсчета. Главное, что законы физики при этом не меняются, они инвариантно тождественны.

Кроме названных выше принципов можно назвать ещё принципы системности, иерархичности, подобия, эволюционизма и др. Несмотря на то что большинство из них сформулировано в системе физического знания, они имеют общенаучный статус, т. е. эффективно применяются в рамках других наук. Попробуем показать это. Принцип подобия, к примеру, утверждает что можно установить взаимно однозначное соответствие по принципу подобия между атомами и звездами, звездами и галактиками, которые количественно приблизительно подобны в отношении масс, размеров, структуры. Принцип квантования тесно связан со свойствами структурирования материи (атомные орбиты и орбиты планет). Принцип вложенности и иерархии, утверждающий, что все более сложное включает в себя простейшее и управляет им, играет огромную роль в теории систем. В свою очередь, принцип стабильности отражает стремление систем к состоянию, соответствующему минимуму характерного действия (принцип наименьшего действия). Принцип направленности эволюции – асимметричности, однонаправленности, необратимости процессов, происходящих в обособленных объектах, является обобщением второго начала термодинамики. Указанный выше принцип «простоты» впервые был сформулирован в качестве методологического правила средневековой философией – так называемая «Бритва Оккама»: «не множить сущности без необходимости». Сама идея «простоты» рассматривается в естественнонаучном познании как регулятор движения научного познания к истине, своеобразное методологическое требование, способствующее выявлению закономерностей природы на уровне научной теории. Создание любой концептуальной системы (закона или теории) неизбежно сопровождается поиском подоб-

ной аксиоматической простоты. Согласно принципу монизма основой многообразия вещей и явлений природы является некое единое начало. В философском дискурсе в качестве «первоосновы» бытия выделялись различные сущности («огонь», «вода», «атом», «дух» и др.). Что же касается физического вакуума, то последний с философской точки зрения можно квалифицировать как первооснову мира, удовлетворяющую принципу монизма. Развитие науки связано с естественнонаучным монизмом, в рамках которого принцип единства знания используется для формирования научной картины мира. «Наука – это попытка привести хаотическое многообразие нашего чувственного опыта в соответствие с некоторой единой системой мышления», – считал А. Эйнштейн [5, с. 67].

Вопрос о будущем науки, ее границах и возможностях в последние десятилетия поднимался не раз: обсуждение этого вопроса было сопряжено с острым мировоззренческим спором между сциентизмом и антисциентизмом. Сторонниками последнего акцентируется, в частности, тезис о том, что именно наука повинна в возникновении глобальных проблем. Одновременно возрастают опасения относительно того, что сама наука их разрешить не сможет. Кроме того, активно обсуждается тема об исчерпанности эвристического потенциала фундаментальной науки. К сторонникам этой точки зрения можно отнести Дж. Хоргана. Будет справедливым отметить, что названного автора нельзя в полной мере причислить к радикальным антисциентистам (хотя бы потому, что он много и достаточно убедительно пишет и о позитивных сторонах развития науки), тем не менее в своей ставшей широко известной книге «Конец науки» этот автор делает акцент на том, что фундаментальная наука себя полностью исчерпала [см. подробнее: [6; 12–14]]. С нашей точки зрения, в этой книге можно выделить две основные линии: собственно конструктивную, связанную с попыткой эксплицировать и собрать воедино все данные о возможных границах научного познания, и радикальную, «финалистскую», свидетельствующую об исчерпании эвристических возможностей науки, ее дальнейшей познавательной бесперспективности.

С нашей точки зрения, ни о каком «конце науки» не может быть и речи, поскольку, если понимать науку как деятельность по изучению в большом многообразии возникающих перед человеком проблем в самом широком смысле этого слова, то такие исследования всегда будут сопровождать жизнь человека. Однако любые конкретно-исторические формы науки имеют принципиальные ограничения, в частности, той областью реальности, которую они и описывают. Только, думается, в таком смысле можно говорить «о конце» классической физики при переходе к изучению нового уровня устройства материи – уровня микромира. Кроме того, полная потеря интереса к науке со стороны общества так же вряд ли возможна в силу той простой причины, что природе человека имманентны любознательность и стремление к открытию ново-

го. Иная ситуация складывается с проблемой осознания возможных границ научного познания. Если рассматривать исследование Хоргана как попытку выявления границ науки, то в этом плане подобный взгляд следует признать крайне полезным. Все аргументы, которые собрал в своей книге автор, свидетельствуют о тех новых проблемах и ограничениях, с которыми сталкивается бурно развивающаяся наука, об объективных тенденциях замедления роста одних разделов науки и, соответственно, ускорения других. Было бы, конечно, крайне наивным ожидать постоянных открытий, совершаемых в фундаментальных областях познания, некоей перманентной научной революции.

Справедливости ради отметим, что в истории науки уже были периоды, когда ученые искренне считали науку практически завершенной. Так, в частности, в конце XIX столетия Кельвин заявил о «завершенности» физики. Кстати, практически в этот же период в данной научной дисциплине разразился мировоззренческий «кризис», когда «исчезла» материя. Эта проблема получила интерпретацию в известной работе В.И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» [7]. Похоже, что идеи о завершенности физической науки получили развитие и спустя век – в начале XXI в.: возможно, большинство физиков считают, что осталось объединить четыре фундаментальных взаимодействия на основе более общего принципа симметрии, создав некий вариант теории квантовой гравитации. Зададимся вопросом: столь знакомый по предшествующей истории поиск периодического «завершения» фундаментальной науки будет также проявляться и на рубеже всех последующих столетий? Это обстоятельство можно было бы назвать феноменом перманентной фундаментальной финализации всей науки или ее отдельных отраслей. Понятно, в этой острой ситуации возрастает необходимость объективного анализа ситуации в науке, оценки перспектив ее дальнейшей эволюции. Все это, естественно, не может происходить вне анализа оснований науки, ответственных за преемственность и рост знания.

В исследовательской литературе зафиксирован целый комплекс проблем, связанных с определением онтологических границ фундаментального научного познания (см. подробнее: [8]). Проанализируем в качестве примера проблему существования планковских величин. В статье «Границы применимости современной квантовой теории» Вернер Гейзенберг пришел к выводу, что «наличие расходимостей, которые мешают созданию квантовой теории элементарных частиц, может быть связано с тем, что в теории элементарных частиц существенную роль играет некая универсальная постоянная, имеющая размерность длины, и что все расходимости исчезнут, если должным образом учесть эту постоянную» [9, с. 280]. Зададимся вопросом: что в физическом смысле означают планковские величины? К примеру, планковская длина? Во-первых, тот факт, что любая метрическая величина квантована. Во-вторых, то, что, возможно, не существует размеров меньше 10^{-33} см. В

частности, бессмысленно говорить о размерах (длине), допустим, 10^{-40} или 10^{-70} см, поскольку квантованность означает минимальность. Но, однако, если придерживаться представлений о фундаментальности пространства и его нереляционной природе, то можно рассмотреть, по крайней мере, следующие два варианта. 1. Пространственные размеры менее 10^{-33} см в действительности существуют. Однако в рамках квантовой теории пока неизвестны материальные объекты, которые могли бы быть сопоставимы с указанным масштабом. Иными словами, референт пока не найден. 2. На постпланковских масштабах метрика вырождается. Здесь определяющую роль играют принципиально иные характеристики пространства, например, топологические.

В современной физике доминирует иная точка зрения. Согласно, например, взглядам отечественного физика-теоретика Д.А. Киржница, фундаментальная постоянная размерности длины, или планковская длина, задает «пределы применимости фундаментальных физических представлений – теории относительности, квантовой теории, принципа причинности» [10, с. 380]. Другой известный специалист в этой области К.А. Томилин считает, что «в физической теории появились фундаментальные константы c и \hbar , как границы применимости классических теорий...» [11, с. 232]. В рамках квантовой теории планковские величины можно также квалифицировать как абсолютные пределы измеримости. Последнее обстоятельство, согласно базовой квантовой парадигме, в которой процедура измерения играет определяющую роль (к примеру, в копенгагенской интерпретации), в свою очередь, означает согласно базовой квантовой парадигме абсолютную границу физического познания. Изложенное выше позволяет заключить, что современное неклассическое естествознание демонстрирует желание уйти от стереотипа абсолютной границы, что предполагает формирование принципиально новых физических представлений.

Список литературы

1. Вигнер Е. События, законы природы, принципы инвариантности // Успехи физических наук. 1965. Т. 85. Вып. 4. С. 727–736.
2. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М.: Наука, 1967. 600 с.
3. Бор Н. Три статьи о спектрах и строении атомов / пер с нем. М. Петр.: Гос. изд-во, 1923. 155 с.
4. Франк-Каменецкий Д.А. Методы современной теоретической физики // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М.: Наука, 1968. С. 83–92.
5. Эйнштейн А. Физика и реальность. М.: Наука, 1965. 360 с.
6. Хорган Дж. Конец науки. СПб.: Амфора, 2001. 470 с.

7. Ленин В.И. Материализм и эмпириокритицизм. Критические заметки об одной реакционной философии. // Ленин В.И. Полное собрание сочинений. Т. 18. С.7–384.
8. Стоцкая Т.Г., Шестаков А.А., Мингулов Х.И. Познание и его границы: онтологический, гносеологический и метафизический аспекты // Вестн. Тверского государственного университета. Сер. «Философия». 2014. № 2. С. 21–27.
9. Гейзенберг В. Границы применимости современной квантовой теории // Избранные труды. М.: УРПС, 2001. С. 272–283.
10. Киржниц Д.А. Фундаментальная длина (элементарная длина) // Физическая энциклопедия: в 5 т. М.: Большая российская энциклопедия, 1998. Т. 5. 687 с.
11. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в методологическом и историческом аспектах. М.: Физматлит, 2006. 368 с.
12. Horgan J. The Final Frontier // Discover. 2006. Oct. P.57–62.
13. Фоллмер Г. Размышления о книге Дж. Хоргана «Конец науки» // Эпистемология и философия науки. 2004. Т. II. № 2. С.136–152.
14. Казютинский В.В. Близок ли «век науки» к завершению? // Вопросы философии. 2013. № 3. С. 80–90.

PRINCIPLES OF PHYSICAL KNOWLEDGE AND THEIR HEURISTIC POTENTIAL

H.I. Mingulov

Samara State Economic University, Samara

The article is aimed at philosophical analysis of the methodological principles of knowledge content. Basing his views on the fundamental science, the author reveals the heuristic potential of physical science principles. Particular attention is paid to philosophical aspects of fixing the ontological boundaries of physical knowledge.

Keywords: *science foundations, principles of knowledge, the principle of complementarity, the principle of invariance.*

Об авторе:

МИНГУЛОВ Хамзя Ильясович – кандидат физико-математических наук, проректор ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет», Самара. E-mail: mingulov@mail.ru

Author information:

MINGULOV Hamzya Ilyasovich – Ph.D. (Physics and Mathematics), Vice-president of Samara State Economic University, Samara. E-mail: mingulov@mail.ru