Министерство образования и науки РФ
Восточно-Сибирский государственный технологический университет

Д.Д-Э. Очиров

МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Учебное пособие

Улан-Удэ
2003

УДК 16
ББК 87.2
037

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом Восточно-Сибирского государственного технологического университета

Рецензенты:
Доктор физико-математических наук,
профессор Г.-Н.Б.Дандарон
Доктор философских наук, профессор В.А.Балханов

Очиров Д.-Д.Э.

Методологическая физика. –Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004 - 346 с.

Настоящее издание посвящено раскрытию внутреннего механизма процесса формирования фундаментальных физических теорий на обширном историко-физическом материале. Осуществлен своеобразный синтез истории физики с философией физики. При этом показано эвристическое влияние философии на физику, т.е. роль философских принципов в генезисе физических идей и их интерпретации. Вместе с тем, особое внимание обращается на принципиальное различие методологий исследования «готового» и становящегося научных знаний. Подвергаются критическому анализу в форме метаобъяснений с позиций методологической концепции эвристического реализма отечественные и зарубежные концепции философии науки.

Пособие адресовано слушателям аспирантского семинара для сдачи кандидатского минимума по новой программе «История и философия науки», а также студентам, изучающим курс «Концепции современного естествознания».

ISBN 5-89230-0

Ключевые слова: фундаментальная физическая теория, историко-методологическая реконструкция, эвристическая функция философии, эвристический реализм, буддийская «шуньята» и физический вакуум, бифуркационно-аттракторная познавательная модель.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Особенность науки вообще и естествознания в частности в XX в. состояла в том, что крутая ломка прежних научных представлений перестала быть явлением эпизодическим, но стала характернейшей чертой развития современной науки. Нам думается, такая тенденция в науке еще сохранится и в наступившем XXI веке. Если говорить о естествознании, то дело заключается в том, что в минувшем веке ее признанный лидер – физика «не справилась с решением» своей основной задачи второй половины XX в. – построения общей теории элементарных частиц (ТЭЧ). Последнее обстоятельство, по-видимому, связано с тем, что в ней должна произойти еще более радикальная ломка прежних релятивистских и квантовых представлений, чем это было до сих пор.[1] Она принципиально невозможна без обращения за помощью к «серьезной философии» (В.Гейзенберг).[2] Еще А.Эйнштейн заметил, что к этому обращению физиков вынуждают некоторые внутренние трудности в развитии их науки.[3] Значит, это не дань вежливости по отношению к философии со стороны физиков, а диктовалось, так сказать, «суровой необходимостью»: построение новой фундаментальной научной теории (например, общей ТЭЧ) невозможно без привлечения философских понятий и принципов в качестве селективных критериев для отбора программных принципов будущей теории. Тем самым ставится и рассматривается в данной книге проблема эвристического влияния философии на физику.

Вообще говоря, во взаимодействии (и взаимовлиянии) естествознания (физики) и философии следует различать два момента: 1) влияние естествознания (физики) на философию и 2) влияние философии на естествознание (физику). Если об эвристическом влиянии естественных наук на развитие философских идей и принципов говорилось очень много, ибо такое влияние очевидно (Декарт, Кант, Энгельс и др.), то гораздо меньше говорят об обратном влиянии философии на естественные науки.[4] Это связано с тем, что существует весьма распространенное сомнение среди естествоиспытателей (в том числе среди позитивистски настроенных физиков) в той пользе, которую приносит философия естествознанию (в частности, физике). В последнее время данное

[1] Имеются в виду грандкалибровочные теории (GUT), суперкалибровочные теории (SUSY), теории суперструн и др., которые оказались «недостаточно радикальными («крутыми»), чтобы быть фундаментальными и правильными» (перефразировка известного высказывания Н.Бора).

[2] Гейзенберг В. *Природа элементарных частиц* //Успехи физических наук. 1977. Т.121. Вып.4. С.657-658.

[3] Эйнштейн А. *Собр.научн.трудов*.-М.:Наука, 1967.Т.IV. С.310.

[4] Койре А. *Очерки истории философской мысли*.-М.:Прогресс, 1985.С.12.

предубеждение в западной философской (постпозитивистской) литературе относительно преодолено.[1]

В связи с формированием неклассической физики XX в.теоретико-познавательная ситуация в физической науке коренным образом изменилась. Безусловно, она связана не только с постановкой проблемы построения «сверх-(супер-) теории» типа ТОЕ («теории всего на свете»), но труднообозримым многообразием подходов к ней. Стало быть, такая ситуация требует от теоретической физики, чтобы из нее выделилась *методологическая физика* наподобие математической физики («метфизика» по аналогии с «матфизикой»).[2] Если XVIII веке произошло разделение физики на экспериментальную и теоретическую, а в XIX веке из теоретической физики выделилась в особую отрасль указанная выше математическая физика, то на рубеже XX-XXI веков происходит дальнейшее разделение научно-исследовательского труда – от теоретической физики отделяется новая область знаний, которую можно назвать «методологической физикой». Основной целью «метфизики» в свете упомянутой «сверхзадачи» должен стать всесторонний методологический анализ оснований формирования, функционирования и развития (смены) не «готового» физического знания, а становящегося физического знания, исходя из принципиального различия между методологиями их анализа. Таким образом, надо различать «ретрофизику» от «футурофизики».

Возвращаясь к эвристической функции философии по отношению к формирующейся фундаментальной научной теории, можно заметить, что она является центральной проблемой не только данного учебного пособия, но и всей методологии и философии науки. Последнее обстоятельство послужило в качестве одной из причин того факта, что это издание получило название «Методологическая физика», нигде ранее встречавшееся. Дело в том, в нем показаны способы генерации принципиально новых идей в физике и определена роль философий в ней. Поэтому необходимость критического отношения к современным формам

[1] См.работы Дж.Агасси, Г.Башляра, М.Вартофского, Т.Куна, И.Лакатоса, С.Тулмина, К.Поппера, П.Фейерабенда и др.

[2] См. Бранский В.П. *Уроки теории относительности и квантовой механики и перспективы их синтеза* //Вест. С.-Петерб.ун-та, 1996. Сер.6. Вып.3. С.18. Предметом «метфизики», согласно его мысли, должен стать анализ фундаментальных физических понятий и закономерностей их формирования. Автор учебного пособия предупреждает, что метфизику нельзя смешивать с метафизикой. Образцом современной метфизики можно считать научную монографию: Бранский В.П. *Теория элементарных частиц как объект методологического исследования*. –Л.: Изд-во ЛГУ, 1989.

натурфилософии[1] и позитивизма очевидна. Вместе с тем такая критика ведется конструктивно – с позиций развиваемой в пособии концепции эвристического реализма, представляющего конструктивную постмодернистскую философию науки (в отличие от деконструктивного постмодернизма – антилогоцентризма Ж.Деррида, Ж.Делеза, Ф.Гваттари и др.) на рубеже веков.

Выше было обосновано название данного учебного пособия. Ниже пойдет речь о необходимости его издания. По преимуществу она связана с введением нового кандидатского минимума по философии, который будет называться «История и философия науки». Он будет состоять из двух частей. Первая часть – философия науки, а вторая часть – история науки. Содержание этой книги совпадает с этими частями экзамена. Более того, осуществляет, на наш взгляд, гармоничный синтез глобальных (синтетических) методологических концепций формирования фундаментальных научных теорий и историко-научных исследований. Такой синтез в форме историко-методологического анализа позволяет представить историю развития научного знания как закономерный процесс формирования, функционирования и смены фундаментальных научных теорий (ибо последняя – основная эпистемическая единица научного знания). Методологический анализ структуры физической теории позволяет по-новому взглянуть на ее историю, а исследование последней решающим образом влияет на формирование методологической концепции. Поэтому не будет оригинальным наше утверждение, что если история физики без методологии физики слепа, то методология физики без истории физики пуста.[2] Нам думается, по этому гештальту – образцу аспиранты других специальностей (математики, химии, биологии, социологии, экономических, технических наук и т.д.) могли бы реконструировать (и синтезировать) историю и методологию своих наук. Дело в том, что физика, изучая относительно простую предметную область, чем, к примеру, социология служит своего рода парадигмой для других наук. Безусловно, при этом надо избегать «физикализации» своих наук, т.е. учитывать специфику своих дисциплин, так как существует, скажем, определенная асимметрия между методологиями естественных, социально-экономических и технических

[1] См. критику старой натурфилософии по: Очиров Д.-Д.Э. *Историко-методологическая реконструкция процесса формирования фундаментальных физических теорий.* - СПб., 2001.Гл.I.

[2] Перефразировка известного изречения И.Канта, а вслед за ним А.Эйнштейна и И.Лакатоса. Собственно говоря, касаясь второй части этого изречения можно заметить, что история науки (физики) является своеобразным полигоном испытания или проверки (конечно, косвенной) адекватности различных методологических концепций как метаэмпирических конструкций.

наук. Такая историко-методологическая «выучка» послужит для будущих ученых серьезной школой исследовательской работы и, одновременно, философской пропедевтикой и «пролегоменами» для их наук.

Для студентов социально-экономических и гуманитарных направлений, изучающих относительно новую учебную дисциплину «Концепции современного естествознания», данное учебное пособие будет полезной для изучения истории естествознания и ее современного состояния. Также - для постижения его мировоззренческих основ. В нем они могут найти множество новых концепций (и подходов) теории элементарных частиц и физического вакуума, обычно отсутствующих в стандартных учебниках и учебных пособиях по КСЕ. Также в пособии студенты «обнаружат» большое количество сведений историко-научного характера (исторические «детали») из творческой лаборатории великих естествоиспытателей.

Вместе с тем данная «Методологическая физика» послужила бы «добрую службу» магистрантам технических специальностей, предоставляя обширный материал для изучения спецкурсов по философским вопросам естествознания, методологии и философии науки и научного творчества и др.

В заключение хочется отметить, что своеобразный креативный синтез методологии эвристического реализма с историко-научными реконструкциями фундаментальных теорий позволяет нам заглянуть не только в прошлое науки, но и прогнозировать, используя эвристический потенциал этого синтеза, ее будущее развитие.

ЧАСТЬ I. ВЕДУЩАЯ ТЕНДЕНЦИЯ В ИСТОРИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФИЛОСОФИИ И ФИЗИКИ

ГЛАВА I.ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ФИЛОСОФИИ НА ФИЗИКУ: НЕОПОЗИТИВИСТСКИЙ И ПОСТПОЗИТИВИСТСКИЙ ПОДХОДЫ И ИХ КРИТИКА

В позитивистской литературе натурфилософия сводится к метафизике. Что касается последней, в современной западной философии существуют различные оттенки в понимании самого предмета метафизики. Однако общим для всех них является утверждение, что метафизика — это учение о сверхчувственных принципах и началах бытия, к которому применима система общих принципов и понятий. Логический позитивизм, отвергая метафизику (или онтологию, поскольку они отождествляются), считает ее пережитком прошлого состояния естествознания, наследием его неразвитого периода, а онтологические проблемы объявляет псевдопроблемами[1]. Начиная со второй половины XIX в., когда грандиозная попытка "Философии природы" Гегеля заменить теоретическое естествознание потерпела крах, тогда борьба позитивистов с метафизикой — беспочвенной спекуляцией, по их мнению, и старой натурфилософией — произвольным (априорным) конструированием понятий и принципов и затем непосредственным навязыванием этих догматических понятий и принципов естествознанию — вылилась в борьбу против онтологии вообще. Позитивизм, тем самым, сводит все философские проблемы к методологии естественнонаучного познания, толкуемого им в субъективно-идеалистическом духе.

Методологический анализ показывает, что натурфилософский и позитивистский подходы в определенном смысле "симметричны": если натурфилософский подход претендует на решение естественнонаучных проблем с помощью умозрительной дедукции из философских идей и принципов естественнонаучных законов априори, тем самым, абсолютизирует эвристическую роль философии в естествознании, то позитивистский подход (неопозитивизм), следуя своему основополагающему принципу верификации, который абсолютно разграничивает философию (метафизику) и науку (критерий демаркации), нигилистически отрицает эвристическую роль философии в естествознании. Более того, неопозитивизм утверждает, что философия мешает его развитию, выполняя тем самым *антиэвристическую* функцию в формировании естественнонаучных теорий, и

[1] См. напр.: Карнап Р. *Значение и необходимость.* М.:Изд-во иностр. лит. 1959. С. 312. О неопозитивизме см. работы Г. А. Курсанова, И. С. Нарского, А. Н. Новикова, И. З. Налетова, Г. А. Оруджева, Г. И. Розенталя, Э. М. Чудинова, В. С. Швырева, В. А. Лекторского, А. В. Панина и др.

должна, следовательно, быть устранена из науки. Такой вывод, на наш взгляд, обусловлен программой неопозитивистского анализа научного знания, в которой рассматривается *готовое, ставшее* знание; генезис знания ею не исследуется. Поэтому выпадают из поля зрения неопозитивистов эвристические средства познания; вместо них выпячиваются формализованные логико-математические (математическая логика и гипотетико-дедуктивные средства построения теоретического знания) средства, носящие *регулятивный* (скорее "косметический") характер по отношению к уже готовому знанию. При этом логические позитивисты исходят из очень сильной абстракции, что всё знание может быть представлено как совокупность высказываний и, стало быть, математическая логика рассматривается как средство решения проблем логического анализа знания. Отсюда берет свое начало неопозитивистская трактовка философии как логики научного исследования, понимаемая в основном как логический анализ языка науки.

Наблюдается также "симметричность" дедукции в натурфилософии и редукции в логическом позитивизме. Согласно концепции редукционизма, теоретические понятия и предложения науки могут быть *сведены* к протокольным предложениям, т.е. к эмпирическому базису теорий. Позже выяснилось, что программа сведения теоретических понятий к предикатам наблюдения ("непосредственно данному") оказалась неосуществимой. Последняя обусловлена тем, что так называемые теоретические конструкты ("инерция", "Ψ-функция", "квант действия" и др.), не сводимые к предикатам наблюдения, имеют умозрительную природу происхождения[1]. Безусловно, отношение теоретического знания к знанию эмпирическому представляет собой внешне как отношение общего знания к единичному, т.е. как проблема индукции. Но доподлинно известно, что нет логического (как индуктивного у редукционистов, так и дедуктивного у натурфилософов) пути от эмпирических фактов (и философских принципов) до теоретических конструктов, а последние являются продуктом творческого воображения — эвристической концептуальной интуиции. Таким образом, натурфилософский и позитивистский подходы как две крайние позиции в объяснении природы теоретического знания оказались несостоятельными.

Когда попытка редукции теоретического знания к знанию эмпирическому потерпела неудачу, тогда неопозитивизм был вынужден эволюционировать от редукционистского этапа к этапу гипотетико-дедуктивному[2]. С последним связан логический конвенционализм (Р. Карнап, К. Айдуке-

[1] Эта проблема будет подробно обсуждена нами в последующих главах, посвященных к становлению механики Галилея, электродинамики, релятивистской и квантовой физики.

[2] Подробно об этой эволюции см.: Швырев В.С. *Неопозитивизм и проблемы эмпирического обоснования науки.* – М., 1966. С. 67–95, 110–179.

вич, К. Гемпель, Х. Динглер, Б. Уорф, У. Куайн и др.).

Логический конвенционализм. Несомненно, логический конвенционализм является гештальт-переключением первоначального конвенционализма Пуанкаре, который считал, что основные положения (принципы, законы) научных теорий[1] — суть условные соглашения, единственным абсолютным критерием которых является логическая непротиворечивость. Выбор тех или иных положений математики (на примере различных, но эквивалентных друг другу геометрий) из множества возможных произволен, если не руководствоваться критериями удобства, простоты (принципом "экономии мышления"), целесообразности и т.п. Таким образом, теоретические принципы и законы науки не являются, согласно Пуанкаре, ни синтетическими истинами априори в смысле Канта, ни истинами апостериори в смысле материалистов XVIII в. Отсюда ясно, что он направлен против философского априоризма и материализма.

На основе математической логики Карнап сформулировал так называемый принцип терпимости (1934 г.), утверждающий, что в основу каждой естественнонаучной теории можно положить (т.е. выбрать или "можно терпеть") любую систему аксиом и правил синтаксиса. Год спустя похожую идею высказал К. Поппер. К. Гемпель представил логику как "игру" с символами согласно определенным правилам. А. Айдукевич (1934 г.) развивал концепцию "радикального конвенционализма", гласящей, что теоретическое представление мира в науке зависит от селекции концептуального аппарата, причем в этом выборе субъекты выбора свободны. Конечно, неопозитивисты не могли обойти проблему мотивации выбора основных положений (принципов, аксиом и т.п.) теоретических систем, т.е. тех или иных конвенций. Карнап и Гемпель апеллировали к тем мотивам, к которым склоняются "ученые нашего культурного круга", а Нейрат ссылался на "психологию" ученых данной культурной группы[2]. Как видно из изложенного, здесь преобладают ценностные (аксиологические) и психологические мотивы. Но, вместе с тем, Шлик, вслед за Пуанкаре, призывал придерживаться принципа наивозможной (максимальной) простоты при формулировке законов природы в сочетании с эстетическим критерием. Примерно такие же критерии выдвигал и Рассел.

Теоретические системы, согласно концепции Айдукевича, "взаимопереводимы" (впоследствии он отказался от этого тезиса), так как не существует нейтрального языка "непосредственно данных как своеобразного словаря"для перевода. У него научная теория незаконно отождествляется с замкнутой в логико-семантическом отношении "понятийной аппаратурой" (Айдукевич), в которой конвенционально абсолютно все: а) набор терминов, б) совокупность правил приписывания смысла терминам, в) решение о выборе определенных предложений в качестве аксиоматических, г) правила вывода и д) выбор фрагментов опыта, с которыми соотносятся предложения теории. Вышесказанное вытекает из общих конвенциональных установок Айдукевича, утверждающих о том, что основополагающие принципы и понятия науки зиждутся на конвенциях; конвенции суть соглашения о дефиниции понятий в рамках данного языка и сами они неопределимы[1].

"Понятийный аппарат теории, — пишет М. В. Попович, — должен согласовываться с ее внутренними законами построения. Но это не значит, что любой понятийный аппарат может быть избран произвольно. Понятийный аппарат создается не для системы; система вместе с понятийным аппаратом создается для характеристики некоторой предметной области"[2].

Значит, конвенционализм *абсолютизирует* свободу выбора основополагающих принципов научной теории, математического формализма и других ее элементов. "Всеобщность конвенционализации" научного знания в духе Айдукевича должна быть подвергнута критике не за то, что признает свободу выбора элементов теоретической системы, а за "свободу без берегов" в этом выборе, т.е. за своеобразный конвенционалистический априоризм.

Собственно говоря, в неопозитивизме проблема объективной истинности научного знания заменяется проблемой формальной правильности, т.е. логической непротиворечивости теоретических систем, принимающих аксиоматическую форму гипотетико-дедуктивных логических конструкций. Здесь следует отметить, что гипотетико-дедуктивная схема строения естественнонаучного знания отличается от математической ("чистой") аксиоматики тем, что она опирается на опыт, эксперимент. Вслед за Махом, который утверждал, что физическая теория лишь упорядочивает мир наших ощущений, неопозитивист Шлик отождествлял теорию познания с упорядочиванием, сравнением и редукцией одного к другому, а другой — Нейрат утверждал, что в физикализме (в неопозитивизме) нет никакой "теории познания"[3]. Значит, аксиоматически-дедуктивная форма построения научного знания замещает традиционную гносеологию в логическом позитивизме, а философии, как логическому анализу языка науки, оставляют лишь *регулятивную* функцию (а не эвристическую), т.е. упорядочивающую логическую структуру и уточняющую интерпретацию готового

[1] За исключением арифметики.
[2] *Современная идеалистическая гносеология. Критические очерки* / Под ред. Г. А. Курсанова. – М.: Мысль, 1968. С. 102.

[1] Там же. С. 102–103.
[2] Попович М. В. *Проверка истинности теории* // *Логика научного исследования*. – М., 1965. С. 176.
[3] См.: *Современная идеалистическая гносеология.* С. 65–66.

знания[1].

Постпозитивизм[2]: критический рационализм К. Поппера. К. Поппер, одним из первых среди мыслителей позитивистского толка, признал общую несостоятельность неопозитивизма как философии науки. Поэтому свою философскую концепцию — критический рационализм, теорию роста научного знания — фальсификационизм он построил как антитезу последнему. Выдвигая свою концепцию, Поппер исходил из того, что в познании существует фундаментальная асимметрия между верификацией и фальсификацией: если для подтверждения бесконечного, или строгого, универсального суждения — "естественного закона", необходимо соответствие бесконечного количества его следствий с "непосредственными данными" опыта, то для фальсификации этого суждения достаточно одного единственного контраргумента. Стало быть, научный закон — это предложение с квантором всеобщности $\forall x F(x)$ может быть фальсифицировано, но не может быть верифицировано, поскольку класс всех "x", для которых утверждается наличие признака "F", оказывается бесконечным. Но предложение с квантором всеобщности эквивалентно ложному (в логическом смысле) предложению с квантором существования — $\neg \exists x \neg F(x)$. Предложение, которое его может опровергнуть, должно иметь вид $\exists x \neg F(x)$, которое, в свою очередь, может быть получено из единичного эмпирического утверждения $\neg F(a)$ по правилу: $F(a) \quad \exists x F(x)$. Что и требовалось доказать: универсальное предложение с квантором всеобщности ("естественный закон") хотя и не может быть обосновано с помощью верификации, но может быть опровергнуто и тем самым приобретает статус научного. Но, вместе с тем, предложения же с квантором существования — $\exists x F(x)$ ненаучны, ибо их можно верифицировать, но нельзя фальсифицировать. Это можно доказать, рассуждая следующим образом: опровержением предложения $\exists x F(x)$, должно быть его логическое отрицание — $\neg \exists x F(x)$, которое, в свою очередь, эквивалентно предложению с квантором всеобщности — $\forall x \neg F(x)$. Но последнее невозможно получить логически из единичных эмпирических суждений, и, тем самым, нельзя фальсифицировать предложения с квантором существования — по той же причине бесконечности класса x-в. Поэтому они относятся, согласно критерию фальсифицируемости Поппера, не к науке, а метафизике[3].

Идеалом научности, или, точнее, эмпирической науки Поппер считает

[1] О соотношении эвристической и регулятивной функции философских принципов в научном познании чуть позже.

[2] О постпозитивизме см. работы Л. Э. Венцковского, А. С. Богомолова, Б. С. Грязнова, В. С. Добриянова, Е. А. Мамчур, И. С. Нарского, М. А. Розова, Ю. Н. Солонина, А. И. Панченко, З. А. Сокулер, И. Т. Касавина, Н. И. Кузнецовой, Т. М. Хабаровой и др.

[3] См.: Popper K. R. *Logik der Forschung.* Wien, 1935. S. 33.

логико-дедуктивные аксиоматические системы[1], в которых аксиоматическая дедуктивная система в силу своей природы устроена так, что она представляет собой логические процедуры передачи и сохранения свойств истинности предложений сверху вниз (от аксиом или посылок к следствиям или заключению) и передачи и сохранения свойств ложности (а не истинности) снизу вверх (от следствий к посылкам, т.е. знаменитый modus tollens). Этим обстоятельством и объясняется невозможность эмпирического обоснования науки. Так как непременными атрибутами науки являются дедукция и опора на эмпирический базис, то в ней невозможно обосновать (то же самое, подтверждать), а можно лишь опровергать. "Метод фальсификации не предполагает, — пишет Поппер, — индуктивного умозаключения, но только непроблематические тавтологические преобразования дедуктивной логики"[2]. Таким образом, дедуктивная логика становится, по Попперу, "органоном критицизма"[3], а критицизм рассматривается им как рационализм.

Из сказанного ясно, что Поппер сделал выбор в пользу принципа фальсификации в качестве критерия научности в ущерб принципу верификации. Здесь имело место гештальт-переключение — в структуре концепции неопозитивизма (логического конвенционализма) процедура верификации была замещена процедурой фальсификации, и вследствие этой операции произошло изменение в самой структуре гештальта: для концепции Поппера предметом конвенции становится эмпирический базис (вместо верхних этажей теории — законов и аксиом в традиционном конвенционализме) и последнее слово в науке остается за критическим ("решающим") экспериментом. Отныне нет места в теории ad hoc — гипотезам. "Теория, которая не может быть опровергнута каким бы то ни было мыслимым событием, — пишет Поппер, — ненаучна. Неопровержимость есть не достоинство теории (как часто думают), а ее недостаток"[4]. Тут, нам думается, комментарии излишни.

В отличие от неопозитивистов Поппер признавал влияние философии на развитие науки. На примере коперниканской революции он пытался показать эвристическое влияние платонизма на становление гелиоцентрической системы мира. При этом Поппер указывает, что Коперник в одно время учился в Болонье у платоника Новары и заимствованная у него платоновская идея блага, играющая центральную роль в мире идей, послужила "прототипом" коперниканской идеи о том, что Солнце должно играть та-

[1] См.: Ibid. S. 34–35.

[2] Popper K. R. *Logik der Forschung.* Wien, 1935. S. 14.

[3] Popper K. R. *Objective Knowledge. An Evlutionary Approach*. – Oxford, 1973. P. 31.

[4] Popper K.R. *Philosophy of Science*. British Philosophy in the Mid-Century // A Cambridge Symposium. – London, 1957. P. 159.

кую же роль в мире чувственных вещей[1]. Таким же образом он представил эвристическое влияние пифагореизма на формирование астрономических идей Кеплера вкупе с данными наблюдения Тихо Браге[2]. Мировоззренческая идея (принцип) метафизического, мифического или религиозного характера, согласно Попперу, первична по отношению к данным наблюдения, т.е. последние переинтерпретировались в свете первой и тем самым она (идея) "контролировала" концептуальную (эвристическую) интуицию ученого[3]. Следовательно, эвристическое влияние философии на науку осуществляется, согласно его концепции, путем *переформулировки* (переинтерпретации) философских, т.е. метафизических проблем научного метода[4]. У метафизики, по Попперу, нет своего предмета исследования, т.е. у нее нет собственной онтологической проблематики (позже он ввел онтологию "трех миров"): философия у Поппера сведена, по существу, к эпистемологии и методологии (и логике) научного открытия. "… Эпистемология, или логика научного открытия, должна быть отождествлена с теорией научного метода", — пишет Поппер[5]. Далее он продолжает: "… Немало доктрин, которые являются метафизическими и, таким образом, несомненно философскими, могли бы быть интерпретированы как типичные гипостатизации методологических правил"[6]. Последние рассматриваются Поппером как конвенции. "Аналогично тому как шахматы могут быть определены при помощи свойственных им правил, — пишет Поппер, — эмпирическая наука может быть определена при помощи ее методологических правил"[7]. Все эти правила конструируются с целью обеспечения критерия демаркации. Попперовскую эпистемологию или теорию метода схематически можно представить следующим образом: а) выдвижение гипотезы; б) оценка степени фальсифицируемости гипотезы; в) селекцию предпочтительной (рискованной, по Попперу) гипотезы, имеющей достаточное число потенциальных фальсификаторов; г) выведение эмпирически проверяемых следствий и их экспериментальная проверка; д) отбор следствий, имеющий принципиально новый характер; е) отбрасывание гипотезы в случае ее фальсификации. Если же теория не фальсифицируется, то она временно поддерживается: ж) принятие конвенционального решения о принятии определенных фактов и теорий. Значит, Поппер исследует логику принятия и смены теорий. По Попперу, обоснованное научное знание — это знание, которое прогрессирует путем последовательных опровержений, т.е. способно к росту. Центральной проблемой эпистемологии Поппера является проблема значения, иначе говоря, проблема научного открытия.

[1] Popper K. R. *Conjectures and Refutations*. – Boston, 1963. P. 187.
[2] См.: Ibid. P. 187–189.
[3] Ibid. P. 187.
[4] См.: Popper K. R. *The Poverty of Historicism.* 2-nd ed. – London, 1960. P. 27.
[5] Popper K. R. *The Logic of Scientific Discovery.* – London, 1959. P. 49.
[6] Ibid. P. 55.
[7] Ibid. P. 63.

Теория роста научного знания приводит Поппера к некоторым гносеологическим выводам. Первое, что можно заметить в этой теории, это то, что он не видит различия между подтвержденной теорией и гипотезой, т.е. их Поппер незаконно отождествляет (его так называемый "фаллибилизм"). "Все теории, — пишет Поппер, — являются гипотезами; все они могут быть опрокинуты, опровергнуты"[1]. Второе, что можно отметить в ней, это — тезис о неприменимости понятия истины к научным (фальсифицируемым, согласно Попперу) положениям. Этот тезис является следствием принципиальной гипотетичности научного знания. Истина как недостижимый идеал, по Попперу, выполняет лишь регулятивную функцию в научном познании. Она у Поппера, заменяется "правдоподобием" (verisimilitude) (степенью приближения к истине): "… теория T_1 менее правдоподобна, чем теория T_2, если и только если… истинное, но не ложное содержание T_1 меньше, чем у T_2, или … истинное содержание T_1 не больше, чем T_2, а ложное содержание T_1 больше, чем T_2. Короче, мы говорим, что T_2 ближе к истине или похожа на истину, чем T_1, если и только если из нее следует больше истинных, а не ложных высказываний или по крайней мере столько же высказываний истинных, но меньше ложных"[2]. Далее он продолжает: "Таким образом, поиск правдоподобия есть более ясная и более реалистическая задача, чем поиск истины"[3]. Для достижения истины, по Попперу, принципиально недостаточны "эмпирические аргументы", т.е. всякий опыт. Поэтому она абсолютно недостижима.

Итак, сделаем некоторые выводы (промежуточные): а) происходит своеобразная *подмена* (отождествление) теории как основной единицы методологического анализа менее развитыми формами научного знания: *феноменологической конструкцией* (высшей формой эмпирического знания) — индуктивизм (Милль, Мах и их последователи неопозитивисты — "редукционисты"), *умозрительной концепцией* — конвенционализм (Пуанкаре, Дюгем и их последователи неопозитивисты — логические конвенционалисты: Карнап, Гемпель, Айдукевич и др.), *теоретической гипотезой, ложной теорией* — фальсификационизм (Поппер и попперианцы: Г. Альберт, Г. Ленк и др.); б) также происходит подмена (и отождествление) объективной научной истины в логическом позитивизме *логической непротиворечивостью*, а в фальсификационизме — *правдоподобием*; в) также наблюдаем подмену (и отождествление) философии с *логическим анализом*

[1] Popper K. R. *Objective Knowledge.* P. 29.
[2] Ibid. P. 52.
[3] Ibid. P. 261.

языка науки, а в фальсификационизме — теорией научного познания — *эпистемологией*. Список подмен (и отождествлений) можно продолжить в направлении исследования функций философии. В неопозитивизме ее эвристическая функция вообще не обсуждается, а подменяется (и отождествляется) регулятивной (косметической) функцией логического анализа языка науки, а, напротив, в критическом рационализме (фальсификационизме) она обсуждается, но отождествляется с "переинтерпретацией" или переформулировкой философских проблем в проблемы научного метода (Поппер). Это, все-таки ближе к регулятивной, нежели к эвристической функции.

Рациональный смысл сказанного выше заключается в нижеследующем. Хотя указанные методологические подходы к природе теории, вообще говоря, ошибочны, тем не менее они сыграли *позитивную* роль в методологии науки, обратив внимание исследователей на роль различных средств исследования и видов знания (эмпирических, умозрительных и теоретических видов исследования и видов знания и др. эвристических моментов) в формировании научной теории. Если уж остановиться на процедурах (принципах) верификации и фальсификации соответственно в неопозитивизме и критическом рационализме, то *рациональный смысл* их заключается в том, что они устанавливают *границы применимости* гипотезы, т.е. без них не можем говорить строго о границе применимости теории. Эта граница определяется пределами применимости эмпирического знания, которое гипотеза объясняет и предсказывает. Гипотеза считается истинной, если все эксперименты согласуются с ее предсказаниями ("верификация"), и ложной, если хотя бы один из них противоречит одному из ее предсказаний ("фальсификация"). Следовательно, точная проверка гипотезы возможно лишь на основе *сочетания* процедуры верификации с процедурой фальсификации. *Абсолютизация* каждой из этих процедур в неопозитивизме и фальсификационизме приводит к их *ошибочному противопоставлению*, в результате чего точная проверка становится невозможной[1].

В рамках своей концепции фальсификационизма Поппер фактически обсуждает *принцип конкретности теоретических предсказаний*. Дело в том, что "абстрактные" предсказания в отличие от конкретных нельзя ни подтвердить и ни опровергнуть, так как они делаются в неопределенной форме (типа "предсказания цыганской гадалки на игральных картах" или натурфилософского "гениального угадывания научных законов"). Значит, требование принципиальной фальсифицируемости теории является следствием принципа конкретности теоретических предсказаний, но только в

[1] Бранский В. П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С.53–54.

границах применимости теории. Отрицательные результаты опыта (факты, не подтверждающие предсказания теории) показывают, что исследование достигло границ предметной области, т.е. того фрагмента действительности, свойства которого объясняются существующей теорией. Следовательно, дальнейшее развитие исследования возможно лишь в ходе расширения пределов известной области и построения на основе новых эмпирических данных более общей фундаментальной теории. Таким образом, исследование проникает в область *опровержения существующей* теории, но в то же время — в области *объяснения* и *предсказания будущей* теории. В этом, на наш взгляд, заключается рациональный смысл конвенциональности эмпирического базиса в фальсификационизме Поппера.

Что касается списка подмен (и отождествлений), то все эти пункты логически взаимосвязаны, ибо каждая методологическая концепция строится, исходя из определенной "аксиомы" (неопозитивизм из принципа верификации и критический рационализм из принципа фальсификации). Суть подмены (и отождествления) научной истины с логической непротиворечивостью теоретических высказываний в верификационизме заключается в том, что в нем математическая логика объявляется основным средством построения и анализа гипотетико-дедуктивных научных теорий. Это во-первых. Во-вторых, конвенционализм подменяет (и отождествляет) научную теорию умозрительной концепцией, а последняя, в свою очередь, может быть только осмысленной или бессмысленной, т.е. к ней не применим критерий истинности или ложности. Отсюда, логическая непротиворечивость является необходимым и достаточным критерием осмысленности умозрительной концепции. Поэтому неудивителен тот факт подмены (и отождествления) объективной истины логическими и др. конвенционалистами с логической непротиворечивостью. Отсюда вытекает подмена (и отождествление) философии с логическим анализом языка науки и как следствие подмена (и отождествление) эвристической функции философских принципов (т.е. ее отрицание и подмена антиэвристической функцией, как следствие отрицания онтологической функции философского знания) регулятивной функцией, т.е. своеобразной логической (аксиоматически-дедуктивной) "косметикой" готового научного знания. Суть подмены (и отождествления) научной истины (и объявления ее регулятивным принципом) в фальсификационизме Поппера и др. правдоподобием ("похожестью на истину") заключается в том, что в нем научная теория подменяется (и отождествляется) теоретической гипотезой (и ложной теорией), ибо спецификой гипотезы как вероятного знания является правдоподобие и неправдоподобие (и ложной теории — неправдоподобие и ложь или заблуждение). Что касается признания эвристической функции эпистемологических принципов, то можно предположить что ее *рациональный смысл*

заключается в том, что Поппер попросту заметил эвристическую роль философии в интерпретации теоретических систем, а не в формировании (и выборе) основополагающих теоретических принципов, т.е. теоретических программ последних. Следовательно, эвристическая функция философии не выходит за рамки ее регулятивной функции и подчинена ей, что, конечно, является ошибочной инверсией: все обстоит на самом деле с точностью до наоборот.

Крик природы "Нет!", выраженный в логическом "modus tollens", т.е. в принципе фальсификации Поппера, может быть, по И. Лакатосу, подавлен еще более громким криком человеческой изобретательности. Что он имеет в виду под последней?

Постпозитивизм: методология исследовательских программ (НИП) И. Лакатоса[1]. Лакатос считает, что следует отказаться от фальсификационистской модели развития научного знания Поппера, предусматривающей перманентную фальсификацию. Вместо нее он предлагает методологию НИП, структура которой состоит из "жесткого ядра", "защитного пояса" и системы методологических правил, "одни из которых говорят нам, каких путей исследования следует избегать (отрицательная эвристика), а другие — какими путями следовать (позитивная эвристика)"[2]. Стало быть, Лакатос под "человеческой изобретательностью" понимает теорию, способную защищать свое "ядро", т.е. теоретическую программу, с помощью "защитного пояса", которым оно окружает себя в ситуациях столкновения с противоречащими ей эмпирическими фактами.

"Жесткое ядро" НИП принимается конвенционально и считается неопровержимым, т.е. по отношению его теоретическим принципам, согласно отрицательной эвристике, не применим попперовский "modus tollens", но в то же время, он применим по отношению к теориям и гипотезам "защитного пояса". Последний изменяется и совершенствуется не только под влиянием "аномальных" фактов, но и благодаря позитивной эвристике.

Согласно Лакатосу, наука — это исследовательская программа, сердцевиной которой является попперовский девиз: "Изобретай гипотезы, у которых эмпирическое содержание богаче, чем у предшествующих". Значит, позитивная эвристика стимулирует выдвижение гипотез, расширяющих эмпирическое и теоретическое содержание. "Исследовательская программа считается прогрессирующей тогда, когда ее теоретический рост предвосхищает ее эмпирический рост, — пишет Лакатос, — то есть когда

[1] См. подробно анализ и критику концепции НИП Лакатоса в работах Л. Б. Баженова, Б. М. Болотовского, Л. Э. Венцковского, Б. С. Грязнова, Л. М. Косаревой, С. Б. Крымского, Н. И. Кузнецовой, В. А. Лекторского, Е. А. Мамчур, И. С. Нарского, Р..М. Нугаева, А. В. Панина, А. И. Ракитова, В. А. Турубары, Э. М. Чудинова и др.

[2] Lakatos I. *Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes.* In: *Criticism and the Growth of Knowledge*. – Cambridge, 1970. P. 132.

она с некоторым успехом может предсказывать новые факты ("прогрессивный сдвиг проблем"); программа регрессирует, если ее теоретический рост отстает от ее эмпирического роста, то есть когда она дает только запоздалые объяснения либо случайных открытий, либо фактов, предвосхищаемых и открываемых конкурирующей программой ("регрессивный сдвиг проблем"). Если исследовательская программа прогрессивно объясняет больше, нежели конкурирующая, то она "вытесняет" ее и эта конкурирующая программа может быть устранена (или, если угодно, "отложена")"[1]. Так разрешается проблема конкуренции двух соперничающих НИП. Далее: развитие НИП резко замедляется, ее "положительная эвристика" теряет предсказательную (эвристическую) мощь, что оказывается бессильной объяснять новые факты, в результате чего возрастает число гипотез ad hoc, относящихся лишь к данному случаю.

Рациональная (логико-нормативная) реконструкция развития науки — это, по сути, у Лакатоса, философия и эпистемология науки. У него (Лакатоса) нет проблемы демаркации метафизики и науки, как у неопозитивистов и Поппера. Он пишет: "… я иду гораздо дальше … в стирании различий между попперовской "наукой" и попперовской "метафизикой", я даже не использую больше термин "метафизический""[2]. Следовательно, Лакатос, будучи рационалистом, не отличает философию (миф и др.) от науки, что безусловно, по отношению к нему звучит неубедительно. Что касается эвристического влияния философии на науку, то он тут весьма определенно высказывается: "Но в то время как Поппер признает *воздействие* метафизики на науку, я рассматриваю метафизику как существенную часть науки. Для Поппера — а также для Агасси и Уоткинса — метафизика является *просто* "воздействующей"[3]. Значит, Лакатос "растворяет" метафизику в науке, вернее, она ассимилируется наукой в ходе рациональной реконструкции истории науки. "Так, философия (метафизика) для Поппера, Агасси, Уоткинса, — пишут Б. С. Грязнов, Н. И. Кузнецова, Ю. Н. Солонин, — принадлежит внешней истории, в то время как Лакатос претендует на ее ассимиляцию в рамках внутренней истории"[4]. Собственно говоря, термин "внутренний" означает "рациональный", поскольку рациональная реконструкция науки есть ее внутренняя история (как идеальная схема (логика) ее развития).

Теперь сделаем некоторые (промежуточные) *обобщения* по методологии НИП Лакатоса. Он, несомненно, убедителен, когда говорит, что во-

[1] См.: Лакатос И. *История науки и ее рациональные реконструкции //Структура и развитие науки.* Из Бостонских исследований по философии науки. – М., 1978. С. 219–220.

[2] Lakatos I. *Falsification…* P. 184.

[3] Lakatos I. *Popper on Demarcation and Induction.* // *The Philosophy of Karl Popper.* – London, 1971. P. 17.

[4] Грязнов Б. С. *Логика, рациональность, творчество.* – М.: Наука, 1982. С. 169.

прос об эвристическом влиянии философии на науку некоторые постпозитивисты свели к формальной *декларации* о "воздействии" (Поппер и др.), не исследуя конкретный механизм этого воздействия, но в то же время, сам Лакатос ассимилировав философию наукой, снял эту проблему с обсуждения. Вообще не выдерживает критики *произвольность* выбора гипотез (теоретических принципов) "жесткого ядра" НИП, иначе говоря, некоторых *условно* не опровергаемых допущений теоретического характера у Лакатоса. Он не указывает других критериев отбора НИП, кроме "прогрессивного сдвига проблем", иначе говоря продуктивности предсказательной функции теории. Вследствие ассимиляции метафизики наукой, здесь не учитывается селективная функция метатеоретических (онтологических) принципов.

В существующей литературе, посвященной анализу и критике позитивистских концепций науки, многие исследователи склоняются к тому, что постпозитивисты выбирают в качестве базисной единицы развития научного знания не отдельную научную теорию, как поступали неопозитивисты, ибо они имели дело с готовой теорией, а более крупные единицы, чем последняя, будь это НИП Лакатоса или "парадигма" Т. Куна[1]. Более тонкий анализ их показывает, что это не так. Ранее мы показали это на примере концепции фальсификационизма К. Поппера, в которой он подменяет (и отождествляет) теорию гипотезой (даже ложной теорией), т.е. менее развитыми формами научного знания. То же самое происходит с НИП Лакатоса. На самом деле "программизм" Лакатоса и др. (Э. Захар и др.) есть по сути подмена (и отождествление) научной теории с её *теоретической программой*, т.е. менее развитой формой теоретического знания[2]. По отношению к теоретической программе выносить суждение об ее истинности или ложности преждевременно, но вместе с тем, можно судить о ее перспективности или бесперспективности[3]. Поэтому совсем неслучайно Лакатос говорит о позитивной или отрицательной эвристике, обеспечивающей прогрессивный или регрессивный сдвиги в решении проблем. Значит, по Лакатосу, перспективная теоретическая программа обладая позитивной эвристикой, является более эвристической НИП, чем бесперспективная НИП с отрицательной эвристикой. Последняя, представляя собой лингвистическую переинтерпретацию (усовершенствование логической структуры и уточнение интерпретации) исходной, т.е. готовой теории, выполняет в основном *регулятивную* косметическую функцию, чем первая.

[1]См.напр.: *Критика современных немарксистских концепций философии науки* / Отв. ред. А. И.Ракитов. – М.: Наука, 1987.

[2] Получается, что "часть" отождествляется с "целым".

[3] Следовательно, программное знание не может быть истинным или ложным, а может быть перспективным или бесперспективным.

В начале данного анализа мы остановились на структуре НИП Лакатоса, из которой можно вынести впечатление о неоднородности элементов этой структуры. По отношению к ней, можно сформулировать методологический *принцип неоднородности программных установок*, а именно: а) исходных основополагающих фундаментальных теоретических принципов "жесткого ядра" и б) допущений разной степени общности "защитного пояса". Из этого принципа можно вывести заключение о том, что вполне *оправдано* и *допустимо* существование *гипотез ad hoc* "защитного пояса" НИП. Эти дополнительные принципы (гипотезы ad hoc) по отношению к основополагающим фундаментальным принципам носят менее общий, нефундаментальный, искусственный характер. Для спасения "жесткого ядра" в соответствии с "позитивной эвристикой" выстраивается непрерывная последовательность теорий — гипотез ad hoc "защитного пояса". Каждая n-я "теория" последовательности строится добавлением вспомогательной гипотезы ad hoc к (n-1)-ой, предыдущей "теории". Этим самым он приходит к выводу, что теория не может быть отвергнута вследствие фальсификации опытом. Но может быть отвергнута после принятия новой, в рамках прогрессирующей НИП, теории. Собственно говоря, Лакатос на все сто процентов принизил роль опыта по сравнению с Поппером (он на пятьдесят) в качестве окончательного критерия выбора теории.

Важнейшим методологическим требованием, предъявляемым к теоретической программе, является логическая *независимость* входящих в нее теоретических принципов, т.е. они должны содержать в себе разные принципообразующие конструкты. Напротив, лакатосовская методология НИП, согласно сформулированному нами принципу неоднородности программных установок, допускает существование "квазинезависимых" принципов, содержащих одинаковые конструкты и имеющих разную степень общности.

Рациональный смысл методологии НИП Лакатоса заключается в том, что Лакатос правильно распознал важную роль *теоретической программы* ("жесткого ядра") в становлении научной теории и догадался о существовании квазинезависимых принципов и через них о роли метода *потенциальной дедукции*[1] как специфического метода для программного исследования. Мы уже ранее показали, что *рациональный смысл* понятий позитивной и отрицательной эвристики Лакатоса заключается в том, что они отражают такие свойства программного знания, как *перспективность и бесперспективность*. Следовательно, наметив верно многие методологические проблемы анализа и реконструкции научного знания, Лакатос с помощью своей методологии НИП ошибочно разрешил их.

К числу ошибочных представлений Лакатоса можно отнести неодно-

[1] Бранский В. П. Указ. кн. С. 48–50.

родность входящих в структуру НИП элементов: гипотез, законов и принципов. Это видно из его примеров. Например, “жесткое ядро” механики Ньютона образуют три закона динамики и закон всемирного тяготения. Собственно говоря, Лакатос неправомерно отождествляет, как видно из этого примера, понятия теоретический принцип и теоретический закон. Как известно, для построения своей механики Ньютон выбрал в качестве основополагающего принципа принцип относительности движения Галилея, который составил ее теоретическую программу, а для построения КТТ он выбрал наряду с принципом дальнодействия принцип обратной пропорциональности силы всемирного тяготения квадрату расстояния от источника. С помощью принципа относительности Галилея Ньютон выбрал основной теоретический закон классической динамики — “Изменение количества движения пропорционально приложенной движущейся силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует” (И. Ньютон) и его математическое выражение (сила равна массе, умноженное на ускорение). Очевидно, таким же образом была выбрана Ньютоном математическая форма закона всемирного тяготения. Стало быть, три закона динамики, за исключением закона всемирного тяготения, квазинезависимы: все они исходят из общего теоретического конструкта — “действующей силы”, т.е. логически зависимы, но эта зависимость имеет односторонний, а не взаимный, характер. Что касается закона всемирного тяготения, то он логически независим от законов динамики: ньютоновская динамика и ньютоновская теория тяготения — это почти, что две разные механические теории, образованные с помощью разных (логически независимых) теоретических конструктов — “действующей силы” и “силы всемирного тяготения”. Таким образом, “жесткое ядро” механики Ньютона весьма неоднородно: как бы состоит из двух независимых “ядер” — квазинезависимого ядра классической динамики и независимого от него ядра КТТ. Из-за нарушения Лакатосом *принципа однородности теоретической программы*, т.е. логической независимости входящих в нее теоретических принципов, произошло как следствие незаконное *отождествление* им теоретического принципа и теоретического закона, что ведет к отрицанию эвристической селективной функции философских принципов в выборе теоретических программных принципов и отрицанию этой же функции последних в селекции математического аппарата научных теорий.

Ранее мы уже писали о том, что Лакатос выстраивает непрерывную последовательность “теорий” — гипотез ad hoc “защитного пояса”, якобы спасающих “ядро” НИП от фальсификации опытом. Вообще говоря, природа гипотез ad hoc такова, что они, спасая в целом “регрессирующую” НИП, в то же время, тормозят построение новой, более прогрессивной

НИП. Попросту говоря, “защитный пояс” выполняет в основном антиэвристическую функцию по отношению к построению новой сменяющей ее научной теории.

Постпозитивизм: концепция научных революций Т. Куна.[1] *Проблема несоизмеримости научных теорий.* В процессе построения концепции научных революций Т. Кун предложил ряд понятий, среди которых чуть ли не центральное место им отведено понятию парадигмы, т.е. “… признанным всеми научным достижениям, которые в течение определенного времени дают модель постановки проблем и их решений научному сообществу”[2]. У Куна, как многие исследователи отмечали, понятие парадигмы остается весьма расплывчатым и неопределенным. Если судить по его примерам, то Кун к парадигмам относит механику Аристотеля, астрономию Птоломея, применение весов Лавуазье, электродинамические уравнения Максвелла, механику Ньютона и т.д. Следовательно, парадигму можно обобщенно интерпретировать как “… совокупности фундаментальных теорий, как системы ценностей и как совокупности решающих (для данной науки) экспериментов, определяющих дальнейшее совершенствование системы исследовательских методов и образцов деятельности”[3]. Неоднозначность понятия парадигмы, под которым у Куна понимается и фундаментальная научная теория, признанная научным сообществом, и методологические правила и стандарты научной деятельности (это система взглядов и установок, ценностей и образцов деятельности, которые обязательны для членов научного сообщества), и некие “метафизические” картины (типа атомистической) и символические обобщения (типа тех же уравнений Максвелла), вызвали широкую дискуссию среди ученых и критику со стороны Поппера, Лакатоса, М. Мастерман и др. Последняя вынудила его пересмотреть и конкретизировать это понятие в понятии “дисциплинарная матрица” и ее компонентов (символические обобщения, метафизические части парадигмы, ценности и собственно образцы решения исследовательских задач).

Символические обобщения представляют собой формальный аппарат, с помощью которого записываются в рамках данной матрицы эмпирические данные, гипотезы и законы, конвенционально принятые членами дан-

[1] См.: работы И.А. Акчурина, В.Л. Гинзбурга, Б.С. Грязнова, Н.И. Кузнецовой, В.М. Легостаева. С.Р. Микулинского, Л. А. Марковой. Е. А. Мамчур, Р. М. Нугаева, А. Поликарова, Б. И. Пружинина, В. Н. Поруса, Я. К. Ребане, Н. И. Родного, В. С. Черняка и др. Мы поместили анализ и критику концепции Куна после анализа и критики концепции Лакатоса, ибо последняя продолжает логическую традицию критического рационализма К. Поппера (Лакатос — ученик его), хотя концепция НИП сложилась во многом под влиянием книги “Структура научных революций” (1962 г.) Т. Куна.

[2] Кун Т. *Структура научных революций.* – М.: Прогресс, 1977. С. 11.

[3] *Критика современных немарксистских концепций философии науки*. С. 86.

ного научного сообщества. Они для "чужих" представляют собой непонятный язык, требующий, более или менее адекватного перевода с неизбежной потерей некоторой информации.

Метафизический компонент матрицы образует "систему методологических и даже философских принципов, используемых для обоснования различных эвристических приемов, таких, например, как перенос знаний по аналогии из одной области физики (скажем, гидродинамики) в другую (например, в электродинамику)"[1]. Итак, в "матричный" период развития концепции Куна произошла онтологизация парадигмы, иначе говоря, признание философии в качестве одной из фундаментальных частей парадигмы. Ранее Кун признавал роль философии в науке в период кризисов и революций. Это, в общем, было правильно. Позже, после 1969 г. он отказался вовсе от метафизической парадигмы.

Самыми важны элементами матрицы, несомненно, являются ценности и набор образцов решения задач-"головоломок" в "нормальный" период развития науки.

Парадигма как общепризнанный образец составляет, по Куну, центральный элемент новизны его концепции[2]. Он, руководствуясь аналогией со студентом, усваивающим учебный материал (к примеру, второй закон Ньютона: $\vec{F} = m\vec{a}$) с помощью решения множества задач (тем самым, студент вырабатывает способ изучения закономерности явлений природы), показывает, как ученый решает очередную головоломку, уподобляя ее прежним решениям головоломок, причем с минимальным запасом символических средств[3]. Далее, Кун довольно убедительно демонстрирует это на примерах со скатывающимся вниз шаром по наклонной плоскости Галилея, с физическим маятником Гюйгенса и со струей воды из отверстия Д. Бернулли. При этом Бернулли ухитрился уподобить струю воды маятнику Гюйгенса, а, в свою очередь, Гюйгенс уподобил маятник наклонной плоскости Галилея. Опираясь на эти и другие примеры, Кун рассматривает "логическое знание о природе как приобретенное в процессе установления сходства между различными ситуациями и в силу этого воплощенное скорее в способе видения физических ситуаций, чем в правилах или законах"[4]. Значит, "головоломка" представляет собой особый тип задач, обусловленных парадигмой и ею же, как образцом, обеспечивается безусловное их решение.

Несомненное доминирование парадигмы, как набора предписаний для научного сообщества, или дисциплинарной матрицы, есть период "нормальной науки", решающей задачи-"головоломки" по образцам, подсказанным первой. Эти образцы, по Куну, прочно опираются на одно или несколько прошлых научных достижений, которые до возникновения общераспространенных учебников можно было найти в знаменитых классических трудах ученых: "Физике" Аристотеля, "Альмагесте" Птолемея, "Началах" и "Оптике" Ньютона, "Электричестве" Франклина, "Химии" Лавуазье, "Геологии" Лайеля и др.[1] Кроме этих трудов и общепризнанных учебников, Кун называет еще два источника: научно-популярную литературу и неопозитивистскую философию науки — где описываются установившиеся достижения прошлых научных революций[2]. Достоинством учебников и примыкающей к ним литературы является то, что они *упорядочивают* парадигмальное научное знание, добытое в период научных революций. Значит, "нормальная наука", изложенная в них выполняет, скорее, *регулятивную* функцию в формировании фундаментальных научных теорий, ибо порядок изложения последних радикально отличается от порядка исследования (и открытия) новых фундаментальных фактов, т.е. от порядка формирования их (теорий). Последний по преимуществу связан с эвристической функцией методологических и др. принципов, которая, как правило, наряду с парадигмальным исследованием не находит отражение в учебной литературе. Поэтому в последней создается *иллюзия кумулятивности* научного знания в целом и *игнорирования* эвристической функции философии и других видов знания, норм и идеалов научного исследования. Поэтому в период "нормальной науки" возникает своеобразный *эффект ассимиляции* (поглощения) ею "парадигмальной науки". По этой причине, только лишь при внимательном анализе "нормальной науки", т.е. при ее историко-методологической реконструкции, можно обнаружить конструктивно-эвристические процедуры научного исследования. При решении задач-"головоломок" они привлекаются в меньшей степени. Тут влияние философии на процесс разрешения "головоломок" почти что сведено к нулю, ибо члены научного сообщества в этот период развития науки в ней не нуждаются. Этот по преимуществу кумулятивный период завершается "взрывом" парадигмы изнутри под "критическим" давлением "аномалий", неразрешимых в ее рамках. Наступает кризис и интерес к философии резко возрастает.

Ценности или аксиологический элемент парадигмы, т.е. дисциплинарной матрицы, составляют нормы и идеалы научной деятельности. К ним, по Куну, относятся точность количественных предсказаний, доказанность, согласованность с фактами, критерии выбора теории типа "эстетичности", "логичности", простоты, удобства и др., культивируемые членами научно-

[1] *Критика современных немарксистских концепций философии науки*. С. 89.
[2] Кун Т. *Структура научных революций.* С. 244.
[3] Там же. С. 247.
[4] Кун Т. *Структура научных революций.* С. 248–249.

[1] Там же. С. 28.
[2] Там же. С. 182.

го сообщества. “И чувство единства, — пишет Кун, — в сообществе ученых-естественников возникает во многом именно благодаря общности ценностей”[1]. Когда Кун обсуждает проблему точности количественных предсказаний, как наиболее глубоко укоренившейся ценности и предпочтительности их по сравнению с качественными, он строго придерживается как и Поппер, принципа конкретности теоретических предсказаний в науке.

Процесс выбора теорий Кун считает вполне рациональным занятием. При этом он полагает, что можно выбрать самые различные критерии, перечисленных для оценки научных теорий. Главное в этом деле — участие членов данного научного сообщества. Тогда эти критерии оценки или селекторы становятся общепринятыми и привычными и выбор теории с их помощью считается рациональным[2].

Теперь рассмотрим природу куновских аномалий как “детонаторов” революций в науке. Они представляют собой *фундаментальные теоретические парадоксы,* возникающие в недрах так называемых гибридных (или метафорических) теорий, т.е. на завершающей стадии нефундаментального теоретического исследования, предваряющего умозрительное исследование[3] (по Куну, экстраординарный период развития науки). Метафорическая теория является попыткой раскрыть сущность принципиально новых явлений с помощью старых теоретических понятий, ведущих к теоретическим парадоксам. Эти парадоксы — аномалии сигнализируют о том, что объекты исследования лежат за пределами границ применимости старой теории (олицетворяющую старую парадигму)[4].

Научная революция, по Куну, состоит прежде всего в смене парадигм (или дисциплинарных матриц). Ученые до и после научной революции совершенно по-разному видят мир. Там, где аристотелианцы обнаруживали тяжелое тело, раскачивающееся на веревке, Галилей обнаружил маятник. Маятник появился, по Куну, благодаря смене парадигмы, сходной с переключением гештальта. Последнее составляет суть интуитивного механизма, “озарения” или “пелены, спавшей с глаз” (Кун). Также Кун считает, что одновременно с гештальт-переключением возникает и новый язык, несоизмеримый с прежним. Итак, существует проблема несоизмеримости старых и новых парадигм.

[1] Кун Т. Указ. кн. С. 241.

[2] Об этом подробнее см.: Очиров Д.-Д.Э. *Историко-методологическая реконструкция процесса формирования фундаментальных физических теорий*. С. 85-89.

[3] См. подробно: Бранский В. П. Указ. кн. С. 38–40. Р. М. Нугаев рассматривает связь появления аномалий с процессом возникновения противоречия встречи двух теорий (См.: Нугаев Р. М. *Реконструкция смены процесса фундаментальных научных теорий.* – Казань: Изд-во КГУ, 1989. С. 79–82).

[4] Вот некоторые примеры куновских аномалий: а) открытие Лавуазье кислорода лежало за пределами флогистонной теории или парадигмы (Пристли назвал его “дефлогистированным воздухом”, т.е. метафорическим (гибридным) понятием); б) открытие рентгеновских лучей выходило за рамки предметной области катодных лучей (См. Кун Т. Указ. кн. С. 79–85).

При переходе к новой парадигме исследователь как бы переселяется в совершенно другой мир, в котором действуют не только иные модели познавательной и экспериментальной деятельности, но и другая система чувственных образов. Значит, каждая новая парадигма и признающее ее научное сообщество являются носителями нового концептуального языка и, как следствие, происходит “ломка коммуникации” (Кун) между сторонниками старой и новой парадигм, так как им нельзя прибегнуть, по Куну, к помощи нейтрального языка наблюдений для перевода содержания парадигмального знания с одного концептуального языка на другой, ибо этого языка вообще не существует по той простой причине, что нет эмпирических фактов, независимых от парадигм. Стало быть, не эмпирические факты судят теоретическое знание, а последнее определяет, какие именно факты составляют осмысленный опыт. Короче говоря, обсуждая тезис о “несоизмеримости” парадигм, трактуемый другими исследователями как вывод о невозможности установления логического или какого-либо другого соответствия между сменяющимися теориями[1], на самом деле Кун придерживается *принципа радикальности концептуальных изменений* при формировании новых фундаментальных научных теорий. В нем заключается *рациональный смысл* куновского тезиса *несоизмеримости* парадигм.

Вообще говоря “несоизмеримые” немакроскопические неклассические теории (ОТО и НКМ) сравнимы благодаря существованию концептуального аппарата и интерпретационных наглядных моделей макроскопической классической физики, на язык которой они могут быть переведены. Существование различных онтологических (микро- и мега-) миров является объективным основанием закона гносеологического немакроцентризма, который устраняет препятствие для сравнения “несоизмеримых” теорий. Сказанное выше составляет *рациональный смысл* проблемы *несоизмеримости* теорий.

Обсуждая проблему несоизмеримости старых и новых парадигм и теорий, мы вскользь заметили, что последние определяют (и формируют) эмпирические факты, иначе говоря, они зависят от проверяемой теории. Теория не проверяется ими изолированно: как правило, всегда имеются несколько конкурирующих теорий, объясняющих одни и те же факты. Из тезиса несоизмеримости теорий Куна вытекает, как показал он, несравнимость их концептуальных языков, а, в свою очередь, факты, на основе ко-

[1] Куновский тезис о несоизмеримости парадигм напрямую связан с концепциями лингвистической относительности Сепира-Уорфа и онтологической относительности У. Куайна. См.: Лекторский В. А. *Субъект, объект, познание.* – М.: Наука, 1980. С. 210–226. В некотором смысле куновский тезис является гештальт-переключением этих принципов.

торых формируются теории описываются на их языке. Отсюда можно придти к выводу, что нельзя сделать осмысленный *выбор* одной из конкурирующих теорий на основе *опыта*. Все сказанное здесь составляет суть так называемого тезиса Куна — Фейерабенда. Из него проистекает *нигилистическое* отношение Куна к проблеме *объективной истинности* научных теорий. Вместо объективной истины критерием прогрессивности научных знаний (она имеет смысл, по Куну, только по отношению к "нормальной науке") выступает количество решенных задач-головоломок новой парадигмой. При этом отбрасывается все накопленное старой парадигмой знание, так как не существует преемственность между сменяющимися теориями. Таким образом, сторонники новой парадигмы попросту вытесняют с "Олимпа" научное сообщество, представляющее предыдущую парадигму.

Концепция научных революций Т. Куна вполне реалистично описывает немало важных и серьезных наблюдений и выводов, сделанных им и относящихся к развитию научного знания.

Постпозитивизм: методологический анархизм П. Фейерабенда[1]. Опираясь на разработанное Поппером и Лакатосом положение о том, что при столкновении научной теории с некоторым фактом для ее опровержения необходима еще одна теория (для обоснования опровергающего факта), Фейерабенд выдвинул методологический принцип пролиферации (proliferation — размножение, лавинное увеличение) теорий: исследователи должны стараться создавать некоторое множество (минимум — две) альтернативных (несовместимых) теорий наряду с существующими и признанными теориями[2]. Создание ("изобретение") таких альтернативных теорий обеспечивает условия их взаимной критики, предохраняющей науку от догматизма и застоя, и ускорение развития науки. Принцип пролиферации выдвинут Фейерабендом для обоснования плюралистической методологии научного познания.

Монистическая (монотеоретическая) парадигмальная модель развития науки Т. Куна, по Фейерабенду, не соответствует реальной истории науки. Согласно его плюралистической методологии накануне и в процессе создания квантовой механики существовали и столкнулись, как минимум, три парадигмы: классические механика, термодинамика и электродинамика[3].

[1] Более полный критический анализ концепции методологического анархизма можно найти в работах Б. С. Грязнова, Ю. А. Зиневич, А. Ф. Зотова, И. Т. Касавина, Н. И. Кузнецовой, Е. А. Мамчур, И. С. Нарского, А. Л. Никифирова, Д. В. Пивоварова, В. Г. Федотовой и др.

[2] Фейерабенд П. *Ответ на критику // Структура и развитие науки. Из Бостонских исследований по философии науки.* – М., 1978. С. 420.

[3] Подробно рассмотрим эту ситуацию в главе, посвященной формированию нерелятивистской квантовой механики несколько позже.

Фейерабенд, как и Кун, отвергает в науке нейтральный язык наблюдений, ибо все научные (эмпирические) термины "теоретически нагружены". Значит, он отрицает самостоятельное существование эмпирических терминов. Все эти термины, по его мнению, детерминированы постулатами теории, в которую они входят. Это означает, что каждая теория имеет свою эмпирию, не пересекающуюся с эмпирическим базисом других теорий. В результате становится вообще непонятным, каким образом теории конкурируют между собой, имея несопоставимую эмпирию. Отсюда, по Фейерабенду, каждая теория создает свой собственный язык для описания эмпирических фактов, и, как следствие, он приходит к тезису несоизмеримости альтернативных теорий. Таким образом, перед нами — ранее рассмотренный нами тезис Куна-Фейерабенда.

Последний абзац вынуждает нас вернуться к нему не в связи с тезисом несоизмеримости Куна-Фейерабенда, а в связи с поставленной здесь проблемой "теоретической нагруженности" эмпирических фактов[1] и необходимостью её метаобъяснения. Суть данной проблемы состоит в том, что в интерпретацию эмпирических фактов выполняющих для становящейся теории роль проверочных, вовлекается сама проверяемая теория[2]. Отсюда ясно, что проблемной становится объективность результатов, подтверждающих теорию экспериментов, и возникает очевидная трудность с эмпирическим обоснованием теоретического знания. Как разорвать этот порочный круг[3]?

Замечено, что между теорией и экспериментом или что то же между теоретической и эмпирической стадиями научного исследования существует определенная симметрия (и симметричные отношения)[4]. На наш взгляд, она связана с *относительной независимостью* последних друг от друга. Вместе с тем обычно полагают, что эмпирическое исследование предшествует теоретическому и определяет его. Но это не всегда так. Иногда противоречия между отдельными теориями (например, между классической механикой и классической термодинамикой или между

[1] См. напр. работы: Чудинов Э. М. *Природа научной истины.* – М.: Политиздат, 1977. С. 106; Мамчур Е. А. *Проблемы социокультурной детерминации научного знания.* – М.: Наука, 1987. С. 54, и др.

[2] Мамчур Е. А. Указ. книга. С. 54.

[3] Э. М. Чудинов считает, что оставаясь внутри самого познавательного процесса, разорвать этот круг невозможно. Для этого надо покинуть пределы познания и войти в сферу практики и технологических применений теории (см. : Чудинов Э. М. Указ. книга. С. 117). В свою очередь, Е. А. Мамчур предлагает свою концепцию решения этой проблемы посредством выделения в теоретической интерпретации эмпирического факта двух относительно независимых моментов: "интерпретации-описания" и "интерпретации-объяснения" (см. подр.: Мамчур Е. А. Указ. книга. С. 71–75).

[4] Аршинов В. И. *О роли эксперимента в развитии научного познания //Теория познания и современная физика*. – М.: Наука, 1984. С. 171.

ньютоновской теорией тяготения и ОТО) стимулируют создание новой фундаментальной теории (соответственно статистической механики и ОТО). Это обстоятельство подтверждает определенную степень автономности, независимости теоретического исследования от эмпирического. В то же время практика научного познания свидетельствует о многочисленных случайных открытиях, которые не были предсказаны теоретически (открытия естественной радиоактивности Беккерелем, пенициллина Флемингом, эффекта Зеемана, явлений β-распада, μ-мюона, μ-нейтрино и др.). Они весьма веско свидетельствуют об автономности (ограниченной), относительной самостоятельности эмпирии от теории.

Значит, проблема "теоретической нагруженности" эмпирических терминов связана с *абсолютизацией* зависимости эмпирии и теории друг от друга и их полной симметрии постпозитивистами и, как следствие, игнорирование ими их относительной независимости друг от друга и их асимметричности (последняя следует из первой). Из сказанного ясно, что Фейерабенд (и Кун) и др. не замечают одного парадокса, связанного с тем, что эмпирическое исследование в новой предметной области как бы не может начаться без определенных теоретических предпосылок, отсутствующих на данном этапе исследования, а существующая теория не в силах инициировать новое эмпирическое исследование как относящаяся к другой предметной области. Отсюда следует, что исследование не может вообще начаться, ибо выполнение любой познавательной процедуры предваряется выполнением бесконечного множества других познавательных процедур. В этом заключается суть так называемого теоретико-эмпирического парадокса[1]. В основе этого парадокса лежит полная "симметрия" между эмпирическим и теоретическим исследованием. Поэтому "целью" вышеупомянутого случайного (незапланированного и потому непредвиденного) эксперимента является нарушение этой "симметрии". Случайный эксперимент, в результате которого появляется независимый от предсказанных (следовательно, зависимых от) существующей теорией фактов эмпирический факт открывает возможность для возникновения эмпирического исследования, независимого от теоретического. Это, в свою очередь, генерирует сначала нефундаментальное теоретическое, а позже умозрительное исследование по объяснению непредвиденных эмпирических фактов, т.е. тем самым предпринимается теоретическое исследование уже в новой предметной

[1] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С.54–55.

области[1].

Очевидно, что непредвиденный эмпирический факт в отличие от предсказуемых не может быть "нагружен" существующей теорией, ибо он независим от неё, иными словами, не вписывается в предметную область последней. В то же время этот факт ещё не "нагружен" новой теорией, ибо её ещё нет. Таким образом, он только нагружен теми теоретическими представлениями и законами, на основании которых построен прибор, обнаруживший его.

Стало быть, Фейерабенд и др. при обсуждении "теоретической нагруженности" эмпирических терминов путают теории, относящиеся к предметным областям, связанным с построением экспериментальной установки (прибора), с теорией, относящейся к данной (фиксированной) предметной области. Здесь нет никакого круга, ибо предсказания новых эмпирических фактов и результаты экспериментов выражаются на разных языках с различным значением дескриптивных терминов (относясь к разным предметным областям).

Дальнейший "сценарий" развития взглядов Фейерабенда подводит его к "анархической" эпистемологии: "… существует лишь *один* принцип, который можно защищать при всех обстоятельствах и на *всех* этапах человеческого развития, — *допустимо все* (иногда так переводят — "все сгодится" (anything goes) или, вслед за Ф. М. Достоевским, — "все дозволено" (И. Т. Касавин) - Д. О.)"[2]. Каждый исследователь, ученый может изобретать и разрабатывать свои собственные, вплоть до самых фантастических и "безумных" (Н. Бор), теории "вопреки всему": несообразности, противоречиям и критике. Фейерабенд выступает против всяких универсальных методологических правил, норм, стандартов и идеалов; против всех попыток сформулировать некий общий критерий научной рациональности. История науки, согласно концепции Фейерабенда, представляет собой хаотическое переплетение самых "диковинных" и разнообразных идей, ошибок, заблуждений, интерпретаций фактов, открытий, социальных влияний, эмоций ученых и т.п. Познавательная деятельность исследователей, ученых не подчинена никаким рациональным нормам, правилам и стандартам, поэтому развитие науки, по Фейерабенду, есть иррациональный процесс. Отсюда следует, что сама методология не может в принципе быть нормативной, но, в то же время, она "нормативна" по отношению к каждой конкретной, в некотором смысле, неповторимой ситуации. Если под ситуацией иметь в виду процесс формирования научной теории, то для ка-

[1] Теоретическое исследование невозможно без предварительного эмпирического исследования, так как теоретические принципы выбираются из умозрительных, а такой выбор лишен смысла без эмпирического знания.

[2] Фейерабенд П. *Избранные труды по методологии науки.* – М., 1986. С. 346.

ждой формирующейся теории должна существовать собственная, так сказать, *ситуационная методология*. Отсюда следует отказ Фейерабенда от всякого метода, т.е. его принцип "против метода".

Стало быть, эпистемологический (и методологический) анархизм Фейерабенда возник в результате синтеза плюралистической методологии и тезиса Куна-Фейерабенда о несоизмеримости теорий. Таким образом, "плюрализм без берегов" (как следствие, "безудержный конвенционализм" — по И.С. Нарскому) превратился в методологический анархизм — картина развития науки ультра-"левого" толка, лозунг которой может быть только один: "Непрерывная революция!"[1].

Теперь несколько слов о выборе теории. Исходя из своей анархистской методологии науки, Фейерабенд утверждает, что *выбор* между конкурирующими альтернативными теориями не подчиняется никаким *разумным* селективным критериям. Иначе говоря, он иррационален: новая теория побеждает не в силу того, что она ближе к истине (по Фейерабенду, истина не является целью науки[2], а ее цель — удовлетворять потребности ученого в свободном творческом самовыражении!) или лучше соответствует эмпирическим фактам, а благодаря *риторике* и *пропаганде* ее сторонников. Более того, он идет еще дальше: наука, представляя собой вполне иррациональное предприятие, ничем не отличается от мифологии, шаманства, религии и пр. и является одной из форм *идеологии*. Поэтому следует освободить общество от "диктата науки", отделить науку от государства, как это уже сделано в отношении церкви и предоставить науке, мифу, магии, религии одинаковые права в общественной жизни. Только в этом случае государство с помощью своего мощного пропагандистского аппарата не будет навязывать научные идеи и теории каждому члену общества и он будет в состоянии сделать свободный выбор между различными формами идеологии и деятельности.

Ниже мы попробуем привести несколько критических доводов в адрес некоторых приведенных выше положений концепции П. Фейерабенда. Начнем с принципа пролиферации. *Рациональный смысл* (и достоинство) последнего заключается в том, что он в действительности обсуждает проблему выдвижения целого *спектра* разнообразных *умозрительных моделей* (вернее, множества совместимых и несовместимых (альтернативных) умозрительных программ) для объяснения эмпирических закономерностей определенного вида. Дальнейший "сценарий" *развития* научного знания: эти программы развертываются в умозрительные концепции; из множества концепций выбирается подмножество таких, которые не только объясняют известные эмпирические закономерности (феноменологическую конструкцию), но и предсказывают новые; наконец, производится экспериментальная проверка этих предсказаний; в результате последней делается окончательный выбор такой концепции, предсказания которой подтверждаются в одной предметной области (рациональный смысл принципа верификации неопозитивистов) и опровергаются в другой (рациональный смысл принципа фальсификации попперианцев). Таким образом, проверка означает выяснение *границ применимости* теоретического знания.

[1] Feyerabend P. *Consolations for a specialist // Criticism and growth of knowledge* / Ed. By I. Lakatoc, A. Musgrave. – Cambridge, 1970.

[2] Как известно, Фейерабенд временами впадает в антисциентизм и вовсю клеймит науку как "религию" потому, что "истина" избрана учеными в качестве нового "бога".

Действительно, на поверхностный взгляд, кажется, согласно принципу пролиферации, можно отдаться безбрежному спекулятивному фантазированию, изобретая все большее количество альтернатив невзирая на противоречащие факты и путем отказа от истинных и проверенных на практике теорий, что вообще абсурдно; не зря Фейерабенд провозглашает крайнее выражение методологического анархизма — т.н. дадаизм[1], защищающий бессмысленность и всякий абсурд применительно к научному познанию, опровергающих существующие в науке концепции и теории. В действительности, нет никакого "плюрализма без берегов" в выдвижении множества умозрительных программ, т.е. нет никакого "произвола или беспредела" в этом деле: оно объективно ограничено числом возможных комбинаций компонент старого знания, которые служат в качестве информационного материала для "свободного изобретения" (Эйнштейн) умозрительных конструктов и принципов и их характер не зависит от воли исследователя; от последнего зависит превращение возможных комбинаций в действительные. Среди выбранного подмножества умозрительных концепций могут встречаться, как ранее мы писали, спекулятивные концепции, псевдотеории двух родов, ложные и истинные теории. Теперь задача исследователя заключается в неукоснительном следовании вышеописанному "сценарию" по проверке следствий в рамках границ применимости каждой концепции из выбранного подмножества их.

Известна цитата Эйнштейна "в глазах последовательно мыслящего философа он предстает как оппортунист, бросающийся из одной крайности в другую", иначе говоря, Эйнштейн в зависимости от познавательных ситуаций выглядит как реалист, или как идеалист, или как позитивист, или

[1] Дадаизм (от франц. dada — конек, деревянная лошадка; в переносном смысле — бессвязный детский лепет), авангардистское направление в литературе и искусстве Зап. Европы (1916–1922). Сложилось в Швейцарии в среде анархиствующей интеллигенции, протест которой против первой мировой войны выразился в иррационализме, нигилистическом антиэстетизме, художественном эпатаже — в бессмысленных сочетаниях слов и звуков (Т.Тцара, Р.Гюльзенбек, М.Янк), в каракулях, псевдочертежах, в наборе случайных предметов (М.Дюшан, М.Эрнст и др.). См.:Литературный энциклопедический словарь / Под ред. В.М.Кожевникова, П.А.Николаева. – М.:Сов. Энц-я, 1987. С. 86.

как платонист и т.д.[1] Фейерабенд говорит об "оппортунизме" как не чуть ли об основном методологическом принципе науки. Под оппортунистическом принципом он понимает ее всеядный, беспринципный, ситуационный характер, отражающийся в анархистской эпистемологии. Если искать *рациональный смысл* этого анархистского "оппортунизма" Фейерабенда, выражающегося в *мнимой* эклектичности и плюралистичности философского мировоззрения ученых, таких, как Эйнштейн, Борн, де Бройль и др., то можно найти его в *селективном механизме отбора* из множества умозрительных программ подмножества умозрительных концепций, претендующих на роль теоретической программы формирующейся фундаментальной научной теории с помощью философских принципов. Дело в том, что последние выполняют эвристическую или антиэвристическую функцию в качестве селективных критериев (селекторов); каждый из них сугубо индивидуален (в этом смысле почти что уникален — отсюда, на наш взгляд, берет начало фейерабендовский эпистемологический анархизм со своим принципом "все сгодится" и его апелляция к гуманизму в познании и в организации образования) вне и независимо от материалистических или идеалистических, диалектических или метафизических философских систем, которым принадлежат эти принципы. Поэтому Фейерабенд считает и материализм, и идеализм, и диалектику, и метафизику одинаково приемлемыми в научном познании в зависимости от обстоятельств, хотя он нигде не говорит об эвристической функции философских принципов, она у него подразумевается[2].

Значит, эвристической функцией обладают определенные философские принципы, а не вся философская система в целом. В зависимости от предметной и информационной (так называемого тезауруса выбора, т.е. совокупности конкретно-научных принципов, "изобретенных" в процессе умозрительных процедур исследования) областей одни из них обладают эвристической функцией, а другие — антиэвристической или вообще не имеют селективной функции, т.е. селективная функция философских принципов не абсолютна, а *относительна.* Возвращаясь к "оппортунизму" Эйнштейна и, тем самым, к мнимой эклектичности и плюралистичности его мировоззрения, можно заметить, что неоднородный характер последнего весьма *иллюзорен* и вполне рационально объясним относительностью

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 4. С. 311.

[2] Об этом свидетельствует, в частности, его призыв "Назад к Бору" в интерпретации квантовой механики, ибо Бор проявлял устойчивый интерес к философии Канта, Кьеркегора и др. в плане их эвристичности в поисках интерпретации НКМ. Это импонировало Фейерабенду. О селективной функции философских принципов в построении НКМ подробно напишем позже.

селективной функции философских принципов[1].

В свете сказанного выше, рационально объяснима анархистская методология Фейерабенда с его принципом "все сгодится", которая неявно стирает всякую грань между *эвристической* и *регулятивной* функциями философии путем их *отождествления*. Как следствие этого исчезает различие между *эвристической* и *антиэвристической* функциями философских принципов, что влечет за собой отрицание вообще селективной функции последних. Таким образом, по Фейерабенду, получается, что никаких рациональных селекторов выбора теорий не существует. Если идти дальше последовательно по пути методологического анархизма, то можно придти к заключению, что единственно правильная модель развития науки состоит в *отказе* от всякой такой модели. "Так, Фейерабенд из того обстоятельства, — пишет Е. А. Мамчур, — что не существует метода выбора, приложимого во всех складывающихся в познании ситуациях, связанных с конкуренцией теоретических систем, делает вывод о том, что единственно адекватной концепцией процесса развития науки может быть лишь "анархистская" концепция, связанная с полным отказом от разработки научного метода"[2]. Таким образом, выходит, по Фейерабенду, возможность построения какой-нибудь методологии научного исследования напрямую зависит от существования рациональных способов выбора теорий.

По нашему мнению, Е. А. Мамчур разделяет точку зрения Фейерабенда о том, что не существует абсолютных оценок, на основании которых можно было бы сделать однозначный выбор между теориями. Рациональное содержание этого тезиса она видит в том, что "… на вопрос о том, существуют ли критерии и оценки, способные сыграть роль однозначных критериев отбора теорий, должен быть дан отрицательный ответ"[3]. По ее мнению, для такого однозначного выбора не подходит экспериментальный критерий из-за целостности (по Фейерабенду, из-за "теоретической нагруженности") научного факта[4]. Более сложный случай для выбора представляет ситуация, когда конкурируют эмпирически эквивалентные, но семантически не эквивалентные теории типа электронной теории Лоренца и СТО Эйнштейна, которые одинаково хорошо "справляются" с от-

[1] Роль философского мировоззрения Эйнштейна в построении им СТО и ОТО подробно рассмотрим несколько позже.

[2] Мамчур Е. А. *Проблема выбора теории.* – М.: Наука, 1975. С. 218.

[3] Мамчур Е.А. Указ. кн. Гл. V. Также см.: Её же. *Проблема "несоизмеримости теорий"* // *Ленинская теория отражения в свете развития науки и практики.* – София: Наука и искусство, 1981. Т. 2. С. 113.

[4] Научный факт, по Мамчур, представляет собой не теоретически нейтральный эмпирический факт, а сложное образование как бы "сросшееся" из двух частей: 1) теоретическое описание, констатация результата наблюдения; 2) его объяснение, истолкование средствами сравниваемых теорий (см.: Мамчур Е. А. Указ. ст. С.114–115.).

рицательным результатом опытов Майкельсона-Морли. Они являются, по Фейерабенду, альтернативными теориями и рациональный выбор одной из них невозможен. Так как здесь бессилен эмпирический критерий, то надо обратиться, по Мамчур, к внеэмпирическим критериям — плодотворности теории, ее предсказательной способности, сравнительной простоте, "внутреннему совершенству" (Эйнштейн), логической стройности, принципам соответствия и инвариантности и т.п. Но последние не могут совершить однозначный выбор между ними в силу их неопределенности, субъективности (конвенциональности)[1].

Вслед за Фейерабендом, ею же критикуемым (так часто бывает), Мамчур приходит к выводу: "Теории несоизмеримы, если иметь в виду только внутринаучные факторы и критерии (если Фейерабенд их имеет в виду, по ее мнению, он прав — Д. О.). Нет единой и так сказать внутринаучной меры сравнения теорий"[2]. Отсюда следует, что исследователи должны выйти за пределы познания и становиться "на "точку зрения" существующего уровня развития человеческого общества, материальной и духовной деятельности людей"[3]. Эта "точка зрения" является слишком общей, абстрактной, неопределенной, ничего конкретно не решающей отговоркой, иначе говоря, является точкой зрения общественной практики и объективной логики развития науки. Другими словами, "вывернутый наизнанку" фейерабендовский "все сгодится". Безусловно, здесь не поможет анархистское "лекарство" Фейерабенда, а поможет философия, а именно: эвристическая функция философских принципов, которая однозначно разрешает проблему выбора теорий. Но этого не заметила Мамчур, ибо она отождествляет эвристическую и регулятивную функции философских принципов, маскирующую селективную функцию последних. Вместе с тем, такое отождествление, мы уже писали, ведет к стиранию всякой грани между эвристической и антиэвристической функциями философских принципов в выборе теорий. Более того, селективная функция этих принципов может быть, вообще говоря, как эвристической ("продуктивная" роль философии), так и антиэвристической ("контрпродуктивная" роль философии). Все зависит от того, *о каких* философских принципах идет речь (вспомним принцип относительности селективной функции философских принципов). Так, философский принцип конвенционализма помешал Пуанкаре придти к СТО, тем самым, выполнив антиэвристическую функцию в ее выборе, а, наоборот, принцип объективной относительности пространства и времени позволил Эйнштейну сделать однозначно правильный выбор СТО. Что касается Лоренца, то он руководствовался в своем выборе философским принципом — принципом объективной универсальности ньютоновских пространства и времени, который позволил ему выбрать свою контракционную гипотезу[1]. В случае Эйнштейна явно просматривается эвристическая, а в случае Лоренца — антиэвристическая функция философского принципа в выборе СТО.

[1] Из перечисленных здесь внеэмпирических селективных критериев участвующих в однозначном выборе теорий явное предпочтение Мамчур отдает критерию плодотворности. С этой точки зрения классическая электродинамика (электронная теория Лоренца) явно "хуже" СТО Эйнштейна (См.: Там же. С. 117).

[2] Там же. С. 119.

[3] Там же.

Согласно анархистскому принципу "все сгодится", любые положения, когда-либо высказанные теологами, мифотворцами, фантазерами, философами, учеными и пр., вплоть до безумцев, могут в зависимости от познавательной ситуации пригодиться в науке и найти когда-нибудь использование. "Не существует такой идеи, — пишет Фейерабенд, — пусть самой древней и самой абсурдной, которая не была бы в состоянии усовершенствовать наше знание"[2]. Тот, кто приемлет фейерабендовский анархизм, в сущности, согласится с тем, что нет единого метода открытия (и тем самым постулирование иррациональности этого процесса) и обоснования (и тем самым отрицания регулятивной роли методологии науки) научного знания. Так как нет единого эвристического метода открытия, иначе говоря, не существует рационально объяснимого селективно-умозрительного механизма научного открытия, получается, согласно анархистской методологии, что для совершения последнего "все методы хороши": вплоть до пропагандистских, насильственных и т.п. Также нет единого рационального упорядочивающего метода обоснования (и оправдания) научного знания, ибо для такого метода мало подходят и индуктивизм, и дедуктивизм. Вслед за Поппером, Фейерабенд указывает на вероятный характер индуктивных умозаключений не способных однозначно подтвердить или опровергнуть теорию. Также как и Поппер, признавая логическое превосходство дедукции перед индукцией в опровержении теорий, из-за "теоретической нагруженности" эмпирических фактов он возводит в принцип *недоверие к опыту*. При этом Фейерабенд серьезно ошибается, считая, что в интерпретации эмпирических фактов, служащих для формирующейся теории в качестве проверочных, привлекается сама проверяемая теория (этот "круг в доказательстве", связанный с "теоретической нагруженностью" эмпирических фактов ранее мы подвергли критике). Поэтому обоснование теоретического знания такое же иррациональное занятие как и научное открытие. Когда "все методы хороши", тогда нет ни одного рационального метода, подкрепленного "снизу" соответствующей

[1] Более подробную историко-методологическую реконструкцию выбора СТО произведем позже.

[2] Feyerabend P. *Against Method. Outline on an Anarchistic Theory of Knowledge.* – London, 1975. P. 11.

онтологической моделью объективной реальности.

В определенном смысле *принцип пролиферации* Фейерабенда есть своеобразное методологическое требование *выхода* за рамки эмпирического исследования общепризнанной теории *путем умозрительного изобретения* все большего количества альтернативных теорий (множества умозрительных программ в самом деле), чтобы опровергнуть первую. Дальнейший "сценарий" нам известен: об этом мы уже писали. *Методологический "плюрализм без берегов"*, анархически игнорирующий научный метод и нормативную методологию, молчаливо предполагает *"иррациональную"* модель объективной реальности (может не предполагать никакой объективной реальности или же предполагать непознаваемость ее), в которой преобладают элементы хаоса, случайности над элементами порядка, закономерности. Онтологическая, так сказать, модель с хаотическим "перекосом" диктует Фейерабенду "ситуативную" методологию, рациональный смысл которой заключается в нижеследующем.

На основе метатеоретического понятия (онтологической категории), отражающего атрибуты объективной реальности, таких как пространство, время, качество, количество, структура и т.д. могут возникнуть разные методы исследования: качественные, количественные, структурные и пр. "При этом возможны следующие случаи, — пишет В. П. Бранский, — а) с данным понятием не связано предсказание новых методов исследования; б) с ним связано бесконечное множество таких методов; в) с ним связано предсказание конечного множества методов, но каждый из них справедлив в бесконечной предметной и информационной области; г) с ним связано предсказание *конечного* множества методов, каждый из которых справедлив в *конечной* предметной и информационной области"[1]. Нетрудно заметить, что только понятия *последнего типа* являются *метатеоретическими* и с ними связан *рациональный смысл* ситуативной методологии Фейерабенда. Было бы несправедливо думать, по отношению к Фейерабенду, что он сторонник всеобщего хаоса и произвола, отмены всех и всяческих норм, правил и стандартов научной деятельности, хотя его намеренные демагогическо-идеологические "эпатажи" свидетельствуют как раз об этом, создавая ему имидж "плейбоя, актера или философа" (И. Т. Касавин) или "непочтительного Фейерабенда" (И. Лакатос) и мы не без умысла вслед за другими критиками полемически заостряли эти черты фейерабендовского методологического анархизма эпитетами и метафорами типа "без берегов", "беспредела", "безудержного" и т.п. "Я не возражаю вообще против правил, стандартов, аргументов, — подтверждает нашу мысль Фейерабенд, — я возражаю против правил, стандартов, аргументов *определенного рода*. Я возражаю против, стандартов, аргументов, которые являются *общими* и *независимыми от ситуации*, *в которой они используются.* Идея методологии, содержащей такие правила, по моему мнению, столь же смехотворна, как идея измерительного инструмента, который измеряет любую величину при всех обстоятельствах"[1]. Следовательно, Фейерабенд возражает против универсальной методологии, которая справедлива в бесконечной предметной и информационной области (против пункта "в" цитаты), что верно. Неверно то, что он стремится найти не нормативную методологию, которая справедлива в конечной предметной и информационной области, а ищет специфическую (уникальную) методологию для каждой конкретной познавательной ситуации. Такой поиск продиктован *отрицанием* (то же, что игнорированием) Фейерабендом *инвариантных* (по его словам: "общих и независимых от ситуации") черт, присущих разным научным методам (познавательным процедурам и их результатам), что в конечном итоге однозначно приводит его к методологическому анархизму.

Выше мы постарались с помощью *критического метаобъяснения* методологической концепции П. Фейерабенда уточнить рациональный смысл некоторых весьма иррациональных положений последней.

ГЛАВА 2. ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ФИЛОСОФИИ НА ФИЗИКУ: НЕОНАТУРФИЛОСОФСКИЙ ПОДХОД И ЕГО КРИТИКА

В последние десятилетия XX в. наиболее значимыми неонатурфилософскими концепциями являются из числа зарубежных историографическая концепция науки фаллибалистического направления Дж. Агасси[2], а из отечественных — концепция М. В. Мостепаненко, рассматривающая эвристическое влияние философии на физику посредством физической картины мира (ФКМ)[3]. Методологический анализ неонатурфилософии начнем с концепции Дж. Агасси.

Существует, по Агасси, некоторое предубеждение ("предвзятое мнение") о том, что подтверждение научной теории эмпирическими фактами

[1] Бранский В. П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С.83.

[1] Цит. по: Никифоров А.Л. *От формальной логики к истории науки. Критический анализ буржуазной методологии науки.* – М., 1983. С. 167.

[2] Agassi J. *Faradey as natural philosopher.* Chicago, 1971. Так же см.: Agassi J. *Science in flux* // Boston studies in the philosophy of science. Dordrecht: Boston, 1975. Критический анализ концепции Агасси см. в работах Б. С. Грязнова, Н. И. Кузнецовой, Ю. Н. Солонина, А. А. Печенкина и др.

[3] Мостепаненко М. В. *Философия и физическая теория.* Критический анализ концепции М. В. Мостепаненко см. в работах А. Ф. Кудряшова, А. Э. Назирова, К. М. Оганяна и др.

является чуть ли не необходимым и достаточным условием для понимания в естествознании. Вообще, с его точки зрения, центральная проблема или задача науки суть понимание. В естествознании, как считает Агасси, отсутствует понимание, ибо эмпирическая подтверждаемость теории не является достаточным фрагментом для понимания.

На основании критического анализа истории науки Агасси приходит к выводу о том, что это "предвзятое мнение" исторически изменялось от индуктивизма Бэкона через конвенционализм Дюгема к попперовскому фальсификационизму[1]. Из этих трех историко-научных концепций Агасси выбирает концепцию фальсификационизма как наиболее адекватную реальной истории развития науки. Надо полагать, что все остальные концепции искажают, по Агасси, эту историю. На доводах его, обосновывающих эту мысль, не будем останавливаться.

Метафизика как раз является, с точки зрения Агасси, той совокупностью "предвзятого мнения", которая порождает возможность научного исследования и определенного освещения эмпирии. Согласно Попперу, как мы помним, метафизика как неопровержимое знание не обладает статусом научности. Но Агасси считает, что метафизика будучи не наукой может порождать науку: в ходе длительного развития человеческой цивилизации и культуры все большая и большая часть метафизических представлений людей преобразуется таким образом, что они становятся проверяемыми[2]. Вне метафизики невозможно развитие науки, ибо она помогает порождать науке ее проблемы. Поэтому философия стоит по отношению к науке "вначале" и, стало быть, она задает программу исследования. Метафизика в некотором роде генетически предшествует науке и Агасси старается показать, что те или иные философские установки ученых эвристически повлияли на их научный поиск (например, платонизм Кеплера). С этой точки зрения Агасси проанализировал исследования Декарта, Лейбница, Гершеля и особенно Фарадея.

Исследование Агасси "Фарадей как натурфилософ" проведено с целью доказать, что научная деятельность ученого обусловлена метафизической программой, а в случае Фарадея — кантовской философией природы. "Агасси прав, доказывая, что сама по себе действительность не выдвигает проблем, — пишет Ю. Н. Солонин, — однако нет никаких оснований не делать отсюда вывод, что именно в метафизике коренятся научные проблемы принципиального свойства, а научные программы реализуют проблемы, следующие из метафизических допущений"[3]. Одной из главных

[1] Агасси Дж. *Революции в науке — отдельные события или перманентные процессы?* // *Современная философия науки.* – М.: Логос, 1996. С. 136–154.
[2] Грязнов Б. С. *Логика, рациональность, творчество*. С. 194.
[3] Солонин Ю. Н. *Наука как предмет философского анализа*. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. С. 82.

функций научного познания и науки, согласно его концепции, является подтверждение метафизических допущений и метафизических картин мира, каждая из которых должна быть "оправдана".

"Оправданию метафизики" в системе научной деятельности Агасси посвятил специальное исследование[1]. В нем он выдвигает концепцию "рациональной метафизики" взамен спекулятивной натурфилософии гегелевского типа с неписанным правилом "тем хуже для фактов": вместо научных данных она прекрасно обходилась фантастическими ad hoc объяснениями. По мысли Агасси, "рациональная метафизика" должна представлять собой натурфилософию в аристотелевском смысле. Значит, основание научного исследования образуют первые принципы науки, т.е. физики, и они же определяют границы применимости становящейся теории. Философия, по Агасси, выполняет роль своеобразной "рамки" (framework) или является "обрамлением" науки. Эту "обрамляющую" роль по отношению к становящейся научной теории метафизика выполняет путем введения основных интерпретационных представлений, понятий и принципов, на которых должна опираться первая. "Метафизические идеи принадлежат научному поиску, — пишет Агасси, — как особенно важные регулятивные идеи"[2]. Из вышесказанного ясно, что Агасси, как и Фейерабенд, не отличает регулятивную функцию метафизики от ее эвристической функции. Философия, стало быть, одновременно является интерпретацией научных фактов и исследовательским проектом (и программой), осуществляемым исследователями, разделяющими ее принципы. Так как метафизика всегда стоит "вначале" науки, а не "в конце" ее и, следовательно, по Агасси, не может быть продуктом индуктивных обобщений (и выводом научных достижений) научных фактов[3]. Поэтому наука не в силах повлиять на происхождение метафизики и, значит, она является продуктом субъективного (и в этом смысле весьма произвольного) творчества. Таким образом, признавая эвристическое (и регулятивное) влияние философии на науку, он не замечает обратное эвристическое влияние науки и научных достижений на развитие философии.

Философия выполняет свою роль научной программы, согласно неонатурфилософской концепции Агасси, в качестве системы натурфилософских представлений, дающих исследователю самые общие категориальные ориентиры в структуре объективной реальности. В некотором смысле ученый отделен от этой реальности (или вернее опосредован от нее) натурфилософской картиной мира, задающей науке ее основные проблемы. Поис-

[1] Agassi J. *The nature of scientific problems and its roots in metaphysics* // The critical approach to science and philosophy / Ed. by M. Bunge. – New York, 1964. P. 189–211.
[2] Agassi J. Ibid. P. 193.
[3] Ibid. P. 205.

ки аргументов в пользу метафизических допущений, вытекающих из натурфилософской картины мира происходят в процессе развития (или по мере разворачивания) научной программы. “Эти допущения или принципы, прилагаемые к конкретным случаям, — пишет Ю. Н. Солонин, — порождают конкретные проблемы. Именно так создаются научные проблемы. Метафизические идеи по существу задают область исследования и тем самым очерчивают границы науки”[1]. Как и Поппер, Агасси утверждает, что наука начинается не с эксперимента, а с научной проблемы, вытекающей из метафизического принципа. Последнее утверждение неудивительно для натурфилософа, но он как и Поппер не понимает того обстоятельства, что научная проблема, как правило, может быть связана с теоретическим парадоксом, а не связана непосредственно с философским принципом, причем дедуктивно. К ней, т.е. научной проблеме, по мысли Агасси, как бы чуть позже “подгоняют” гипотезы.

Можно констатировать, что Агасси не преодолел догматическую “демаркационную” точку зрения о коренной противоположности науки и философии, хотя он пытается раскрыть эвристический потенциал последней в неонатурфилософском ключе. Вслед за Поппером он считает, что метафизические воззрения не являются опровержимыми, но в то же время, как думает Агасси, без критики “метафизика застывает и становится неинтересной”. “Сегодня физики говорят, что их не интересуют картины мира. Но они имеют эти картины, которые являются комплексами наивного реализма и научных теорий; но эти картины не выражаются открыто, и поэтому они не становятся предметом публичной критики”[2]. Вначале нашего анализа мы уже писали о том, что метафизические допущения, по мысли Агасси, в ходе преобразований научных программ в течение длительного времени развития человеческой цивилизации становятся проверяемыми. Таким образом, несмотря на свой демаркационный фаллибилизм, Агасси вынужден признать косвенную (не в смысле отражения самого процесса первичного (прямого) отражения, а опосредованного: через научные проблемы и реализующие их научные программы) проверяемость метафизических допущений. *Рациональный смысл* косвенной проверяемости (и опровергаемости) метафизических допущений заключается в том, что среди произвольного множества возможных комбинаций метаспекулятивных и ложных метатеоретических принципов, достигающих очень больших количественных значений, вероятность существования среди них, как ранее мы уже писали, единственного истинного метатеоретического принципа (или системы принципов) приближается к достоверности. На основании последнего принципа (или содержательной метатеории) можно объяснить

[1] Солонин Ю. Н. Указ. кн. С. 84.
[2] Agassi J. *Faradey as natural philosopher.* P. 192.

и предсказывать методологические законы, метапроверка которых происходит относительно не только предметной но и информационной области. “Именно применение последних для построения различных теорий, — пишет В. П. Бранский, — позволяет разделить метатеоретические принципы на два подкласса: а) истинные (если среди возможных теорий, построенных в предметной области S и полной информационной области I на основе методологического закона, предсказанного данным принципом, есть истинная) и б) ложные (если все такие теории оказываются ложными)”[1]. Из сказанного ясно, что натурфилософская картина мира Агасси, которая “не выражается открыто” ученым (имманентная его мировидению) в самом деле является *содержательной метатеорией*. В ней, как мы уже писали, принципиальные метафизические положения задают научную исследовательскую программу, реализуемую ученым. “Фактически Агасси признает, — пишет Ю. Н. Солонин, — равную значимость всякого натурфилософского воззрения и одинаковую обоснованность их претензий на осмысленную научную программу”[2]. Он (Ю. Н. Солонин) прав когда указывает на осмысленность научной программы, ибо умозрительная программа, как ранее мы отмечали, когда писали о постпозитивизме, может быть осмысленной или бессмысленной, но, ни в коем случае, истинной или ложной. Здесь следует учесть специфику умозрительного знания, состоящую в том, что оно есть знание не только о существующем (в данной предметной области S), но и о том, существование чего (в S) проблематично, а также о несуществующем (в S). Догадку об умозрительном характере научных программ Агасси мы построили на основании *произвольности* выдвигаемых исследователями метафизических допущений и их *равнозначности* (и *одинаковой* обоснованности) и вытекающих из них научных программ. Из сказанного следует, что он не только не различает эвристическую функцию метафизических допущений (или натурфилософских воззрений) от их регулятивной функции, но, как следствие, не различает их эвристическую функцию от антиэвристической. Поэтому Агасси не ставит вообще проблему *выбора* научных программ на основании метафизических принципов, а, наоборот, они из них получены путем *вывода* (в качестве доказательства приводится пример Фарадея: как он вывел свои научные идеи и программы из метафизических принципов натурфилософии И. Канта)[3].

[1] Бранский В. П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С.65. Еще раз напомним, что попытка объяснять и предсказывать с помощью метафизических допущений эмпирические (и теоретические) законы составляет характерную черту спекулятивной натурфилософии.
[2] Солонин Ю. Н. Указ. книга. С. 84.
[3] Эта одна из возможных “версий” возникновения классической электродинамики Фарадея-Максвелла, которую мы не разделяем из-за ее натурфилософского характера. В литературе существует устоявшееся мнение о том, что на Фарадея (на формирование классической

Всякое научное исследование, стало быть, превращается по сути в *реализацию* натурфилософских установок ученого, а ученый (в данном случае — Фарадей) — в *"реализатора"* заданных натурфилософских идей (философии природы И. Канта). Что касается замечания Агасси о метафизике как о физике прошлого, учитывая спекулятивный характер науки о природе в прошлом, ее отрыв от экспериментальных оснований, то можно считать, что оно справедливо по отношению к "Физике" Аристотеля (об этом мы ранее писали). А что касается второй половины этого замечания о том, что он (Агасси) видит в спекулятивной натурфилософии физику будущего[1], то рациональный смысл ее заключается в том, как продуктивно использовать эвристические возможности натурфилософских догадок прошлого в построении новых фундаментальных физических теорий (например, буддийской идеи "шуньяты" о пустоте в построении теории элементарных частиц)[2].

Здесь, в замечании о "взаимозаменяемости" спекулятивной натурфилософии и физики в длительной исторической перспективе (и ретроспективе) заложен также определенный рациональный смысл. Метаобъяснение по выяснению этого смысла заключается в следующем: мы не раз подчеркиваем, что истинность (и ложность) теории зависит от определенности границ предметной области, т.е. теория не может быть истинной (и ложной) вообще, а, в свою очередь, истинность (и ложность) метатеории, таковой является метафизика (натурфилософия), зависит не только от предметной, но и от информационной области; отсюда ясно, что с изменением последних и должна меняться местами эвристическая функции методологических и метафизических принципов, объясненных и предсказанных метатеорией. Думается, что Агасси это обстоятельство понимает на интуитивном уровне под воздействием историко-научных данных (например, "Физики" Аристотеля).

Когда мы рассматривали натурфилософии прошлого (начиная от Фалеса, кончая Гегелем) обнаружили различие между действительной эвристической функцией философских принципов в научном поиске от возможной эвристической (или ретроэвристической) функции последних в нем. При этом мы заметили, что ретроэвристическая функция метафизики (и

электродинамики вообще) эвристическое влияние оказала натурфилософия Шеллинга. Это верно. Об этом мы писали ранее в разделе, касающемся старой натурфилософии. Но в данном случае Агасси делает акцент на натурфилософию Канта. О становлении последней подробно см.: "Историко-методологическая реконструкция выбора принципа электродинамики Максвелла" данного исследования.

[1] Agassi J. *Faraday as natural philosopher.* P. 192.

[2] О натурфилософских догадках прошлого подробно писали вначале этой главы (Пифагора, Демокрита, Платона, Аристотеля и др.). Об этих догадках часто упоминали и современные физики: В. Гейзенберг, Ф. Капра, И. Пригожин и др.

спекулятивной натурфилософии) является модернизацией, т.е. незаконной процедурой замещения псевдонаучного (и ложного) положения или вывода натурфилософии прошлого, которая скрыта (и замаскирована) за выражениями типа: "гениально угадал", "гениальные догадки", "философские предвосхищения" и т.д. Таким образом, следует различать ретроэвристическую функцию философских принципов (принцип "быть умным задним числом") от их футуроэвристической функции (принцип "быть умным (прозорливым) в будущем"). Последняя сходна с первой в том отношении, что обе носят возможный (потенциальный) характер, а отлична в том отношении, что последняя найдет применение в будущем, т.е. в построении новой фундаментальной научной теории и приобретет действительный характер, в то же время первая не нашла применения в построении уже существующей фундаментальной теории (исследователи ее не заметив, "прошли рядом") и ее возможный характер остается без изменения. Следовательно, различие между ними относительно: ретроэвристическая функция конкретных (известных из истории философии) философских принципов, сохраняя свое эвристическое содержание, будучи "всегда готовой" к "употреблению по назначению" в любое время является одновременно футуроэвристической. В свою очередь, футуроэвристическая функция конкретных философских принципов не найдя "употребления по назначению", т.е. "адресного" применения, а это становится известным уже после построения конкретной теории ("адресата"), автоматически превращается в ретроэвристическую функцию.

Чтобы сказанное выше не приняло окраску "схоластического теоретизирования" надо, думается, дать практическую рекомендацию. Она, на наш взгляд, заключается в том, что ученым надо вести "учет и контроль" философских принципов, носящих ретро-, футуроэвристический характер и постепенно накапливать их, а философам и методологам побольше и почаще их "изобретать". Мы изложили те некоторые философско-методологические идеи и соображения, навеянные критикой неонатурфилософии Дж. Агасси в форме ее метаобъяснения.

Теперь перейдем к метаобъяснению неонатурфилософской концепции (отечественного происхождения) М. В. Мостепаненко, исходящей из фундаментальной роли ФКМ в формировании научной теории.

Начнем с того, что М. В. Мостепаненко в самом начале своего исследования констатирует, что механизм влияния философии на физику не выяснен и как методологическая проблема еще не разрешен[1]. При этом он правильно замечает, что влияние философии на физику осуществляется в сфере теоретической физики, ибо там формируются фундаментальные эле-

[1] Мостепаненко М. В. *Философия и физическая теория.* С. 3.

менты научной теории[1]. Источник "внеэмпирического" содержания нового теоретического знания, по Мостепаненко, связан с философией. "Теоретические понятия, принципы и гипотезы физики возникают с помощью двойного процесса, — пишет М. В. Мостепаненко, — состоящего из двух противоположных, но сходящихся друг к другу процессов: с одной стороны, индуктивного обобщения идущего от данных опыта, и, с другой — *дедукции и конкретизации*, идущих от *философских идей*" (выделено нами — Д. О.)[2]. Для построения базиса теории определяющую роль играет, выделенный нами, второй процесс. По Мостепаненко, эвристическое влияние на физику философия оказывает через посредство ФКМ. Теперь проанализируем их взаимосвязь.

Физику образуют, по В. Гейзенбергу, несколько "замкнутых систем понятий"[3], т.е. независимых друг от друга физических теорий, которых объединяют общие положения. "В процессе приведения этих положений в соответствие друг с другом, — пишет М. В. Мостепаненко, — возникает единая система исходных понятий и принципов физики, которая, во-первых, служит средством связи между различными теориями и, во-вторых, служит общей характеристикой состояния на данном этапе ее развития"[4]. Связь таких положений в систему, реализованных с помощью (и на основе) философских идей, надо полагать, образует ФКМ. Она несводима, по Мостепаненко, к теоретическим предпосылкам уже имеющихся теорий. Эта система "развивается как единое целое по присущим ей законам и служит источником теоретических предпосылок еще не созданных физических теорий"[5].

Сам автор концепции по-разному подходит к определению ФКМ: а) как идеальную модель природы, получаемую в физике на основе определенных философских идей[6]; б) как отражение сущности третьего порядка (эмирический закон — отражение сущности первого, а теоретический закон или физическая теория — отражение сущности второго порядка)[7]; в) как конкретизацию философских представлений о материи и движении, пространстве и времени, взаимосвязи и взаимодействии[8] и другие. Вот обобщенное определение ФКМ, данное М. В. Мостепаненко: "… физическую картину мира следует понимать как идеальную модель природы, включающую в себя наиболее общие понятия, принципы и гипотезы физики и характеризующую определенный исторический этап ее развития"[1]. Различные ФКМ, существовавшие в истории физики, как и парадигмы Т. Куна, возникали и разрушались. Перестройка ФКМ, как и парадигма Куна, связана с накоплением "аномальных" опытных данных, необъяснимых теориями, возникающих в рамках данной ФКМ. Поэтому возникает необходимость выдвижения качественно новых понятий, гипотез, принципов, выходящих за пределы существующей ФКМ. "Поскольку всякая физическая теория исходит из некоторых общих понятий, гипотез, принципов, входящих в физическую картину мира, — пишет М. В. Мостепаненко, — постольку построению каждой теории должно предшествовать создание физической картины мира или по крайней мере некоторых ее элементов"[2]. Так стихийно возникают некоторые элементы новой ФКМ, качественно объясняющие "аномальные" опытные данные, которые не смогли найти объяснение в рамках старой ФКМ. Возникновение этих элементов объясняется привлечением философских идей. Построение новых теорий приводит к замене старой ФКМ новой. Здесь, по Мостепаненко, проявляется диалектика содержания и формы в процессе развития: новое физическое содержание, т.е. новая теория, требует замены старой формы — картины мира[3]. Новая ФКМ, стало быть, выполняет эвристическую функцию в построении новой физической теории, а старая ФКМ — антиэвристическую функцию, тормозя развития науки, и, следовательно отбрасывается.

Согласно концепции М.В. Мостепаненко, ФКМ являясь промежуточным звеном между философией и физикой, возникает, во-первых, на основе формирования ее гипотетического варианта в сфере философии и, во-вторых, посредством приспособления этого варианта к существующему эмпирическому и теоретическому физическому знанию. Применение ФКМ при построении новой теории можно рассматривать так: элементы новой ФКМ подвергаются "дедукции и конкретизации" (М.В. Мостепаненко), что и приводит к построению базиса теории, дающей уже строгое объяснение "аномальных" опытных данных. Таким образом, эвристическая функция ФКМ заключается в *дедукции* из философских идей теоретических принципов. В качестве первой иллюстрации своей концепции М. В. Мостепаненко обращается к механике ("Физике") Аристотеля. Вывод Аристотеля об отсутствии пустоты в природе может послужить примером философского (натурфилософского, вернее) предположения $Ф_I$. "Положение $Ф_I$ может служить основой, — пишет он, — для умозаключения от общего к частному (линия $Ф_IП$). Положение П является уже логиче-

[1] Там же. С. 4.
[2] Там же. С. 44.
[3] Гейзенберг В. *Физика и философия*. С. 74.
[4] Мостепаненко М.В. Указ. книга. С. 46.
[5] Там же.
[6] Там же. С. 66.
[7] Там же. С. 69.
[8] Там же. С. 72, 226.

[1] Там же. С. 71.
[2] Мостепаненко М.В. *Философия и физическая теория*. С. 72.
[3] Там же. С. 73–74.

ски обоснованным: если верна посылка ($Ф_I$), то верно и следствие (П)"[1]. "Так, из признания пустоты в природе (в смысле Аристотеля) следует логически обоснованный вывод, — продолжает М.В. Мостепаненко, — о том, что позади движущегося тела непрерывно освобождается пустое пространство, в которое устремляется воздух"[2]. На основании логической правильности дедуктивного умозаключения $Ф_I$ П этот логический вывод Аристотель считал истинным и без обращения к опытной проверке. В свою очередь, положение П может служить основой для умозаключения от частного к общему, т.е. к $Ф_2$ — "без двигателя нет движения". Далее: сходным образом можно придти, что в мире существуют естественные и насильственные движения, что по прекращении действия силы движение прекращается и т.д. Логический вывод от $Ф_I$ к П (от философской идеи к принципу П) М.В. Мостепаненко называет конкретизацией (вспомним: ранее выделенные нами "дедукции и конкретизации"), а логический вывод от П к $Ф_2$ (от принципа к философской идее) — обобщением.

Механика Галилея, по Мостепаненко, в отличие от механики Аристотеля, строилась под контролем данных опыта и проверялась с их помощью. Например, принцип относительности Галилея (П) построен не только как логический вывод ("дедукция и конкретизация") из философской идеи, что "возможно движение и без двигателя" ($Ф_2$), но и как умозрительное обобщение опытных данных ($Э_I$) и эмпирической закономерности ($ЭЗ_I$). Но в то же время, на основании этого принципа Галилеем сделано предсказание новой эмпирической закономерности ($ЭЗ_2$) — движения тел, брошенных под углом к горизонту, частные следствия которой проверяемы на опыте. Также с помощью "дедукции и конкретизации", по его мысли, Галилей пришел к выводу о равенстве скоростей падения тел независимо от их веса[3].

Из-за натурфилософского характера своей концепции М.В. Мостепаненко фактически "растворяет" механику Галилея как физическую теорию в ФКМ, не отделяя их друг от друга[4].

В механике Ньютона, по Мостепаненко, принцип относительности Галилея и принцип инерции еще более удалены от исходных философских идей, чем в механике Галилея. Преобразования Галилея и принцип относительности Галилея получены с помощью "дедукции и конкретизации" из понятий о системе отсчета и об универсальном временном параметре, которые, в свою очередь, "дедуцированы и конкретизированы" из философских идей пустого пространства, независимого от материи и времени, независимого от реальных процессов. А принцип инерции логически вытекает непосредственно из принципа относительности с учетом других элементов ФКМ. Также можно проследить дедуктивный путь от философских идей — причины как внешнего воздействия и универсальной связи явлений и др. до закона движения Ньютона и всемирного тяготения, наиболее удаленных от первых[1].

Аналогичная "картина" предстает перед нами в связи с выяснением эвристической роли философских идей в возникновении электродинамической картины мира и построении электродинамики Максвелла.

Согласно концепции М.В. Мостепаненко, философская идея континуальной материи, восходящая к Декарту и Лейбницу, наряду с "концепцией динамического атомизма может привести к понятию поля и эфира без необходимости построения механических корпускулярных моделей"[2]. В свете этой идеи принцип единства мира представляется как единая непрерывная (сплошная) субстанция, пронизанная потоком силовых линий, а промежуточная среда, передающая воздействие, конкретизируется в принципе близкодействия. Полевые представления о материи приводит к представлению об электромагнитных колебаниях и волнах, т.е. к новому представлению о движении как распространению возмущений в непрерывной среде. На основе такой картины мира была построена электродинамика Максвелла[3].

К построению специальной теории относительности (СТО) Эйнштейна, как предполагает М.В. Мостепаненко, предшествовало *расширение* электродинамической картины мира за счет новых философских представлений о природе: идей относительности времени и пространства в виде отказа от абсолютности пространства и времени, непрерывности причинно-следственных связей и др. т.е., за счет стихийно диалектических и материалистических идей[4].

Из философских идей континуальности материи и соответствующей ей идеи континуальности движения, согласно его мысли, выведено физическое понятие об электромагнитном поле без механического эфира с соот-

[1] Там же. С. 87.
[2] Там же. С. 87.
[3] Мостепаненко М. В. Указ. книга. С. 83.
[4] Там же. С. 84. Сравни данную методологическую реконструкцию механики Галилея с нашей. См.: Главу "Историко-методологическая реконструкция формирования конструкта "инерции" в механике Галилея" данного исследования.

[1] Мостепаненко М. В. Указ. книга. С. 92–95.
[2] Там же. С. 128.
[3] В этой части монографического исследования М.В. Мостепаненко тщательно замаскирован им его натурфилософский подход к построению электродинамики Максвелла (отсутствуют схема дедуктивных выводов, понятие "логический вывод типа конкретизации" и т.д.). Из контекста изложения методологического материала можно безошибочно догадаться о чем речь идет. Сравни с нашим подходом к данной проблеме (См.: Главу: "Историко-методологическая реконструкция выбора принципа электродинамики Максвелла" данного исследования).
[4] Мостепаненко М. В. Указ. книга. С. 159.

ветствующей ему формой движения — электромагнитными волнами, в частности световыми. Из них "дедуцированы и конкретизированы" основополагающие теоретические принципы СТО: специальный принцип относительности и принцип постоянства скорости света.

"В соответствии с этим, — пишет М.В. Мостепаненко, — потребовалось внести коррективы в общие представления о пространстве и времени. Прежде всего пришлось ввести новое понятие об одновременности, связав его с принципом постоянства скорости света посредством мысленных опытов, проведенных в соответствии со всеми уже введенными новыми понятиями и принципами…"[1] Таким образом, с помощью последовательной цепочки "дедукций и конкретизаций" от философских идей относительности времени и пространства, непрерывности причинно-следственных связей и материального единства мира через уточнение понятий системы отсчета и инерциальной системы и исходя из преобразований Галилея, с учетом принципа соответствия можно спуститься до преобразований Лоренца, что дает возможность, опираясь на понятие инвариантов преобразования, дать формулировку СТО как теории инвариантов преобразований Лоренца. "Наивно было бы думать, — пишет М.В. Мостепаненко, — что теория относительности сразу выводится из одних только новых принципов… (он имеет в виду специальный принцип относительности и принцип постоянства скорости света — Д.О.). Для построения теории были использованы и другие предпосылки (эмпирические и теоретические)"[2].

Аналогичную цепочку "дедукций и конкретизаций" можно проследить в построении квантово-полевой картины мира и квантовой механики: "дедуктивный путь Гейзенберга" и "дедуктивный путь Шредингера" — они удивительно симметричны[3].

Подводя итоги анализа, можно сделать следующие выводы: а) в метаэмпирической конструкции, в которой фундаментальную роль играет ФКМ, построенной М. В. Мостепаненко в качестве первой в отечественной философско-методологической литературе *синтетической* (А. Ф. Кудряшов)[4] методологической концепции формирования фундаментальной науч-

[1] Там же. С. 159.

[2] Мостепаненко М.В. *Философия и физическая теория*. С. 161. Сравни с нашей историко-методологической реконструкцией СТО в данном исследовании.

[3] Там же. С. 197. Здесь не будем воспроизводить реконструкцию этих "путей", чтобы не "перегружать" наш текст. Сравни с нашей реконструкцией становления нерелятивистской квантовой механики в данном исследовании.

[4] Это целостная, а не фрагментарная методологическая концепция, объясняющая процесс формирования фундаментальной научной теории, "от начала и до конца", так сказать, "под ключ". Анализ показал: для того, чтобы такого рода синтетическая концепция не являлась спекулятивной конструкцией, она должна строиться на основе результатов анализа процессов формирования истинных теорий в отдельных областях науки и процессов

ной теории; ФКМ предшествует созданию новой теории, базис которой строится на основе отдельных ее элементов (дающих качественное объяснение новым эмпирическим данным), с помощью идущих от них "дедукций и конкретизаций"; б) данная концепция утверждает, что эвристическая функция ФКМ осуществляется посредством дедукции из философских идей теоретических принципов и теоретических законов; в) она детализирует роль эмпирии и математики в построении физической теории.

Как выше показано, опираясь на результаты анализа построения ряда истинных теорий от механики Галилея до квантовой теории, М.В. Мостепаненко предпринял попытку обосновать, что все содержание последних дедуцировано из их оснований, а основания, в свою очередь, дедуцированы из философских идей, лежащих в основе конкретных ФКМ. Таким образом, перед нами замаскированная попытка построения *неонатурфилософской* концепции возникновения теоретического знания (теоретических принципов и законов) путем дедуктивного развертывания немногих философских идей, касающихся представлений о материи и движении, пространства и времени, причинности и закономерности, взаимодействии и взаимосвязи. Его неонатурфилософский подход замаскирован "посреднической" ролью ФКМ между философией и физикой и выражениями типа "руководящее влияние философских идей", "конкретизация и генерализация"[1], что по смыслу близки к понятиям дедукции и индукции.

ГЛАВА 3. ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ФИЛОСОФИИ НА ФИЗИКУ:МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭВРИСТИЧЕСКОГО РЕАЛИЗМА И КОМПАРАТИВИСТСКИЙ (СРАВНИТЕЛЬНЫЙ) АНАЛИЗ

Сходную с концепцией М.В. Мостепаненко синтетическую методологическую концепцию выдвинул В.С. Степин[2]. Данная концепция устанавливает, что сущностью физической теории является обобщение экспериментально-измерительных процедур. Объект познания, по Степину, определен лишь относительно некоторой системы человеческой практической деятельности. Согласно концепции В.С. Степина, ФКМ также играет эвристическую роль при построении частных и фундаментальных (новых) теоретических схем. Гипотетические варианты ФКМ, по его мысли, вырабатываются сходным образом как в концепции М.В. Мостепаненко. Значит, с

перехода (смены) от старых теоретических систем к новым.

[1] Мостепаненко М. В. *Философия и методы научного познания*. Л., 1972.С. 211.

[2] Степин В.С. *Становление научной теории*. – Минск, 1976. Его же. *Теоретическое знание*. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. Главы II, III, IV и V.

помощью философии строится новая ФКМ (или ее элементы), эвристические возможности которой используются при построении новой теории. Если, согласно концепции Мостепаненко, ФКМ дает качественное объяснение новых опытных данных, то согласно концепции Степина, ФКМ адаптируется к абстрактным объектам теории.

Можно утверждать, что с точки зрения обеих концепций выбор новой ФКМ (или ее основных элементов) осуществляется: а) посредством построения ее гипотетического варианта в области философии и б) последующей адаптации (приспособления) этого варианта к существующему эмпирическому и теоретическому знанию. Обе концепции рассматривают ФКМ, по сути, как промежуточное звено между философией и физикой.

Ранее мы уже подробно рассмотрели эвристическую функцию ФКМ в рамках концепции Мостепаненко и выявили ее неонатурфилософскую природу, заключающуюся в *дедукции* из конкретных философских идей конкретных теоретических принципов и законов в определенных областях физики. Таким образом, ФКМ как неуниверсальная содержательная метатеория, по Мостепаненко, претендует, по существу, на теоретическое объяснение известных эмпирических законов и экспериментальных данных и предсказание новых таких законов, проверяемых с помощью экспериментов. В самом деле ФКМ как неуниверсальная содержательная метатеория должна объяснять и предсказывать не теоретические и эмпирические законы в конкретнонаучной области, т.е. подменять конкретное физическое исследование, а, в свою очередь, объяснять и предсказывать неуниверсальные методологические законы. Последние могут быть применены в качестве эвристических средств в построении новой теории. Очевидно, М.В. Мостепаненко выбрал соблазнительный путь представления новых философских и методологических категорий и принципов (идей: относительности пространства и времени, наблюдаемости, сочетания прерывности и непрерывности и др.) в форме натурфилософской конструкции с эвристическим дедуктивным “механизмом” влияния философии на физику. Она же представляет собой довольно жесткую систему и до некоторой степени непримиримую по отношению к теории, не укладывающейся в нее. Отсюда обилие схем, присутствующее в монографическом исследовании М.В. Мостепаненко, т.е. в нем довлеет дедуктивный схематизм неонатурфилософии (своеобразная “мировая схематика” (Ф. Энгельс)), создающий иллюзию объяснения.

Рассматривая натурфилософские системы прошлого (от Фалеса до Гегеля), мы заметили, что при всей мощи умозрения и логической дедукции их метод страдал существенными недостатками (игнорирование опытных данных и отсюда умозрение “перегружалось” беспочвенной фантазией, а дедукция лишалась твердых, проверенных посылок), которые компенсировались “гениальными догадками”, “предвосхищениями”, т.е. ретроэвристической функцией философских идей. Кроме того, и дедукция, и умозрение в натурфилософских системах прошлого не были “вооружены” необходимым, чтобы добиться успеха в объяснении и, в особенности, предсказании нового знания инструментарием: дедукция — развитым формально-логическим аппаратом доказательного рассуждения, оснащенного средствами математической логики, а умозрение — современной системой онтологических и методологических категорий и принципов.

Современная неонатурфилософия (Агасси, Мостепаненко и др.) оснащена всем вышеозначенным инструментарием, но в то же время, она не может добиться успеха, ибо обречена природой формирования самой теории: нет логического (индуктивного и дедуктивного) пути от философии к теории точно, также как и нет такого пути от эмпирии к теории. Этот путь нелогический — эвристический механизм влияния философских идей и принципов на формирование научной теории носит не дедуктивный (как думают натурфилософски ориентированные исследователи), а *селективный* характер. Поэтому попытка неонатурфилософов (Агасси, Мостепаненко и др.) хотя бы в глубоко замаскированной форме реанимировать старую натурфилософию была бы не только нонсенсом, но и возвратом на столетие назад.

Возвращаясь к концепции В.С. Степина, заметим, что в ней ФКМ определяет *выбор* исходных абстрактных объектов из области старого теоретического знания и *способ* их соединения между собой для построения новой гипотетической модели. Отсюда следует, что коренное различие в понимании эвристической функции ФКМ с точки зрения неонатурфилософской концепции М.В. Мостепаненко и концепции В.С. Степина заключается в том, что если первая устанавливает, что такая функция осуществляется с помощью *дедукции*, то, согласно второй, она осуществляется посредством *селекции* — выбора из множества разных абстрактных объектов старых теорий и множества различных способов соединения их между собой, т.е. их комбинаций, ограниченного числа таких объектов и таких комбинаций. Не будет ошибкой, если предположить, что понимание эвристической функции ФКМ как селективной является более общим, чем понимание такой функции как дедуктивной: можно в первом приближении рассматривать дедукцию как “выбор” следствия — заключения на основе выбора исходных посылок и правил вывода (например, modus tollendo ponens разделительно-категорического дедуктивного умозаключения), т.е. частный случай селекции.

Неонатурфилософская методологическая концепция становления физического знания, четко не различая эвристическую функцию от регулятивной (в первом приближении она их отождествляет), представляет фи-

зическую теорию *аксиоматико-дедуктивной* системой: все содержание теории дедуктивно выводится из "внеэмпирических" предпосылок. А что касается концепции Степина, то она представляет ее не просто аксиоматико-дедуктивной системой: в формировании физической теории *дедуктивно-аксиоматические* способы сочетаются с *генетически конструктивным* методом построения научного знания, за счет мысленных экспериментов с абстрактными объектами теоретических схем[1].

В процессе анализа неопозитивистских, постпозитивистских и неонатурфилософских концепций науки и их конструктивной критики в форме метаобъяснения мы опирались на синтетическую методологическую концепцию формирования физической теории В.П. Бранского[2]. Поэтому здесь есть необходимость подробно остановиться на ней. Прежде заметим, что на основании сравнительного исследования с рассмотренными выше отечественными синтетическими концепциями формирования научной теории и используя результаты конструктивной критики в форме метаобъяснения зарубежных методологических концепций науки можно выбрать (и выбрали) данную концепцию как наиболее эффективно "работающую" в методологическом плане.

Согласно концепции В.П. Бранского, физическое исследование проходит в своем развитии стадии эмпирического, нефундаментального теоретического, умозрительного и фундаментального теоретического исследования. Высшей формой эмпирического знания является феноменологическая конструкция (некоторая формализованная дедуктивная система). Она строится на основе фундаментального эмпирического закона, полученного методом "проб и ошибок".

На стадии эмпирического исследования получают эмпирические факты, эмпирические законы и т.д. Последние основаны на статистическом резюме наблюдений. Наблюдаемость явления предполагает соответствующее орудие наблюдения — измерительный прибор. Таким образом, реальный эксперимент в физике принимает форму измерительного эксперимента, а "продуктом" измерений является количественный чувственный образ. При помощи измерительного эксперимента происходит знаковая фиксация последнего в его приборной части, тем самым объективируя ощущения и восприятия, поскольку они субъективны, ибо не могут включаться в систему физического знания. Следовательно, процедура измерения выделяет из ощущения и восприятия (от эмпирической наглядности) их объективную сторону. Они, впоследствии подвергаются эмпирическому анализу, результатом которого является общее эмпирическое представление. Переход от эмпирического представления к эмпирическому понятию осуществляется выделением совокупности наглядных признаков в первом, потом синтезируют их, т.е. путем описания наблюдательных процедур, с помощью которых фиксируются эти признаки ("операциональные определения"). В терминах эмпирических понятий формулируются всевозможные (элементарные, интегральные и фундаментальные)[1] законы эмпирического уровня физического исследования.

Также уровень непосредственного "конкретного" образует и подтверждающий пункт формирования теории. Таким образом, эмпирическое исследование подразделяется на два фрагмента: исходный (или объясняемый) и подтверждающий (или предсказываемый). Следует иметь в виду, что оба указанных фрагмента относятся к разным предметным областям действительности и представляют собой единство. Поэтому непосредственный переход между ними невозможен[2].

На стадии нефундаментального теоретического исследования научный работник пытается объяснить известный фундаментальный эмпирический закон и предсказать новый при помощи старого эмпирического знания. "Таким образом, главной проблемой нефундаментального теоретического исследования, — пишет В.П. Бранский, — является поиск *нового нефундаментального теоретического закона.* Эта проблема решается посредством дедуктивного вывода ("теоретическое доказательство")"[3]. Из множества доказательств надо выбрать правильное ("строгое") доказательство, удовлетворяющее известным селективным критериям — логическим и математическим аксиомам и теоремам. При этом возможны три варианта в форме: а) фрагментной теории (как фрагмент старой теории); б) комплексной теории (построенной из фрагментов двух теорий, относящихся к разным предметным областям) и в) гибридной или метафориче-

[1] Степин В.С. Указ. книга. С. 300–301. Сравнительный анализ синтетических методологических концепций, формирования физической теории М.В. Мостепаненко, В.С. Степина и В.П. Бранского впервые рассмотрен в кандидатской диссертации А. Ф. Кудряшова на тему: *"Методологические проблемы формирования физической теории"*. – Л., 1977. Также см.: Назиров А.Э., Оганян К.М. *Сравнительный анализ синтетических концепций формирования физической теории* // *Единство физики*. – Новосибирск, 1992. С. 111–120.

[2] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов*. Гл. 2.

[1] Элементарный эмпирический закон получается в результате индукции некоторой регулярности эмпирических фактов на всю исследуемую предметную область. А интегральный эмпирический закон получается посредством интерполяции, т.е. установления зависимости между истинными элементарными эмпирическими законами. В свою очередь, фундаментальный эмпирический закон объясняет все известные интегральные эмпирические законы в данной предметной области и предсказывает (в той же области) новые интегральные законы. Он представляет собой, вообще говоря, некоторое уравнение (или математическую структуру), решениями которого являются интегральные законы.

[2] Исключение составляет так называемый случайный (непредвиденный) эксперимент.

[3] Бранский В.П. Указ. книга. С. 37.

ской теории в рамках которой можно объяснить лишь часть известного эмпирического знания и правильно предсказать часть нового эмпирического знания (некоторые предсказанные эмпирические законы подтверждаются, а некоторые нет). При этом в метафорической теории возникают парадоксы, разрешить которые можно "лишь путем построения новых неэмпирических понятий"[1].

Проблема построения новых неэмпирических понятий — "конструктов" разрешается посредством умозрительного исследования, о котором мы уже не один раз писали. Только лишь заметим, что здесь основную роль играет творческое воображение исследователя (создание необычных комбинаций из старого знания), в процессе которого возникают новые представления и понятия.

В целом все исследовательские процедуры, используемые на стадии умозрительного исследования при построении новых конструктов и принципов можно назвать "концептуальной интуицией".

Именно переход к предсказанию некоторого другого класса A_2 явлений (объектов), — заметим, возвращаясь к сказанному выше, — порождает необходимость в эвристической концептуальной интуиции и других процедур нелогического характера, принадлежащих умозрительной стадии исследования. Последние тесно связаны с наглядными представлениями и основаны на них. Содержание некоторого класса явлений (объектов) составляет содержательный аспект умозрительной модели и дальнейшая универсальная генерализация ее приведет к умозрительному понятию — конструкту. Сущность последней процедуры заключается в том, что субъект исследования приписывает сходным признакам данного класса A_1 явлений (объектов) общие признаки некоторого другого класса A_2 явлений (объектов). Здесь и проявляется гносеологическая относительность между наглядностью и ненаглядностью как следствие онтологической относительности между явлением и сущностью. В свою очередь, это объясняется просто: умозрительные понятия-конструкты приобретают черты ненаглядности в процедурах генерализации. Последние не были присущи умозрительным моделям, т.к. они в целом наглядны. Конструирование умозрительных моделей и дальнейшая их универсальная генерализация, что тождественно "механизму" эвристической концептуальной интуиции, осуществляются как бы априорно: не происходят они ни из опыта, ни из старого теоретического знания. Своеобразным "фоном" этого творческого процесса ("воображения"), интуиции может быть объем знаний, имеющийся в распоряжении исследователя и общие эвристические идеи, которыми он

[1] Подробно см.: Там же. С. 36–40. Физический материал, иллюстрирующий эти три варианта можно найти в нашей историко-методологической реконструкции релятивистской и квантовой физики.

руководствуется; в частности, к ним относятся методологические и метатеоретические (философские) принципы и т.д.[1]

После такой обработки исходных умозрительных принципов исследователь осуществляет их потенциальную проверку "методом потенциальной дедукции". После этого осуществляется при помощи последних выбор схемы в качестве фундаментального теоретического закона. Стадию "дедуктивного развертывания схемы" называют теоретической гипотезой на том основании, что теория ставшая дедуктивной системой на данной стадии объясняет известные эмпирические законы, но и предсказывает неизвестные. Формирование гипотезы завершается трехчленной интерпретацией: семантической (процедурой предсказания нового нефундаментального теоретического закона, исходя из фундаментального теоретического закона); эйдетической (процедурой перехода от теоретических понятий к теоретическому представлению, т.е. к "теоретической модели") и эмпирической (мысленным экспериментом, т.е. взаимодействием теоретической модели с эмпирическим представлением о приборе, в результате которого получается новое эмпирическое представление и "эмпирическая модель")[2]. Формирование же теории завершается процедурой проверки гипотезы. В результате сопоставления предсказаний, вытекающих из фундаментального закона, с реальным экспериментом гипотеза превращается в новую истинную фундаментальную теорию.

Фундаментальное теоретическое исследование начинается с процедуры выбора из множества возможных умозрительных принципов, ограниченного числа таких принципов, в частном случае — одного в качестве умозрительной концепции, объясняющей известный закон, и предсказывающей новый, причем предсказание согласуется с экспериментом. Она разрешает не только парадоксы метафорической теории, но и эмпирический парадокс, связанный с тем, что исследование, достигнув ступени феноменологической конструкции, не может продолжаться посредством эмпирических методов.

Фундаментальное теоретическое исследование проходит в своем развитии четыре основные стадии: 1) теоретическая программа; 2) теоретиче-

[1] Кармин А.С., Хайкин Е.П. *Творческая интуиция в науке.* – М.: Знание, 1971. С. 40.

[2] Ранее нам известно, что подобный переход осуществляется в процессе создания новых наглядных образов (т.е. умозрительных моделей). Отсюда, мы можем заключить, что переход от отражения умозрительного уровня к предсказанию некоторого класса явлений A_2 должен осуществляться тем же способом, т.е. созданием новых наглядных образов. Подобная процедура названа "эйдетической интерпретацией" гипотезы: сущность ее сводится в осуществлении акта эвристической эйдетической интуиции. Следовательно, теоретическое предсказание невозможно без создания новых наглядных образов, т.е. без новых мысленных экспериментов ("эмпирическая интерпретация").

ская схема; 3) теоретическая гипотеза; 4) фундаментальная теория[1].

Под программой имеется в виду система теоретических принципов (в частном случае — один такой принцип). “Теоретическим принципом, — пишет В.П. Бранский, — будем называть умозрительный принцип, позволяющий из множества возможных математических структур выбрать такую, которая является выражением фундаментального теоретического закона”[2].

Теоретический принцип, входящий в перспективное программное знание, образуется умозрительным путем — путем замещения конструктами элементов старой математической структуры (выраженной на старом искусственном языке). В отличие от него теоретический закон записывается посредством существенно новой математической структуры (требующей нового искусственного языка). Последнюю нельзя получить с помощью дедукции из старой математической структуры. Поэтому тут потребуется процедура выбора из множества новых математических структур, предварительно выполнив определенную работу по поиску их в новых разделах математики, на основании программного теоретического принципа. Последний служит селектором отбора этих структур.

Чтобы удачно выбранный умозрительный принцип стал селектором, т.е. успешно выполнил свою селективную функцию по поиску фундаментального теоретического закона, он должен быть квантифицирован (каждому конструкту сопоставляется определенная величина с указанием способа измерения или вычисления); формализован (записан на искусственном языке); тождественно преобразован (переведен на новый математический язык). После такой обработки исходных умозрительных принципов исследователь осуществляет их потенциальную проверку “методом потенциальной дедукции”[3].

Следующей стадией фундаментального теоретического исследования является теоретическая схема. Последняя представляет собой систему фундаментальных теоретических законов (в частном случае — один закон), выбранной при помощи теоретических принципов, прошедших потенциальную проверку. Чтобы обеспечить вполне однозначный выбор искомых законов (закона) из множества возможных математических структур, удовлетворяющих правилу соответствия, надо отдать предпочтение

[1] Там же. С. 46. Из дальнейшего изложения историко-методологических реконструкций ряда истинных фундаментальных физических теорий будет ясно, что каждая из них представляет собой в методологическом плане.

[2] Бранский В.П. Указ. кн. С. 46.

[3] Бранский В.П. Указ.кн. С.48–50. Мы уже отмечали впереди, что селекция на основе “красоты” связана с этим методом. Практическое применение этого метода см. в последующих главах, связанных с историко-методологической реконструкцией механики Галилея и электродинамики Максвелла.

простейшей[1].

Если теоретическая программа (или концепция) может быть перспективной или бесперспективной (соответственно выдержавшей или не выдержавшей проверку методом потенциальной дедукции), то теоретическая схема может быть проверяемой или непроверяемой. Принципиально проверяемой может быть только та теоретическая схема, с помощью которой возможно предсказание новых эмпирических законов. Поэтому дальнейшее развитие исследования состоит в *дедуктивном выводе* следствий из фундаментального теоретического закона и здесь исследование вступает в стадию гипотезы.

В этой связи возникает проблема интерпретации, т.к. существует пропасть между гипотезой и опытом. Она заполняется, во-первых, построением теоретической модели, соответствующей данному теоретическому понятию (эйдетической интерпретацией); благодаря этому осуществляется дегенерализация понятия и, тем самым, переход от предсказания закона к предсказанию явления и, во-вторых, выполнением мысленного эксперимента в результате которого создается эмпирическая модель (эмпирической интерпретацией). Суть мысленного эксперимента заключается в мысленном взаимодействии теоретической модели, полученной в ходе эйдетической интуиции[2], с эмпирическим представлением о приборе. Интерпретацию гипотезы (имеющую вышеуказанную трехчленную структуру) связывает между собой два разных языка: язык теоретических конструктов, входящих в фундаментальный теоретический закон, и язык эмпирических представлений, на котором описываются опытные данные.

Постановкой реального эксперимента, в ходе которого осуществляется проверка правдоподобной гипотезы, завершается научное исследование. Значит, переход от мысленного к реальному эксперименту приводит к превращению вероятного знания — гипотезы в достоверное знание — теорию[3].

Подлинная природа теоретического знания, согласно концепции В.П.

[1] О принципе соответствия см: Кузнецов И.В. *Принцип соответствия в современной физике и его философское значение*. – М., 1948. О принципе простоты см.: *Методологические принципы физики*. – М., 1975, и Мамчур Е.А. *Проблема выбора теории.* – М., 1975.

[2] Эйдетическая интуиция, т.е. переход от теоретического понятия к наглядному представлению, составляет суть эйдетической интерпретации теоретической гипотезы. Ее механизм сходен с механизмом концептуальной интуиции, с помощью которой строится умозрительная модель. См.: Бранский В.П. Указ. кн. С. 52. Также см.: Кармин А.С., Хайкин Е.П. *Творческая интуиция в науке*. – Л., 1971. С. 34–35.

[3] Проблема проверки конкретных физических теорий (от механики Галилея до квантовой теории) будет обсуждаться нами в последующих главах данного исследования. Проблему границ применимости гипотезы, т.е. ее точной поверки мы уже рассматривали в связи с критикой (метаобъяснением) принципа верификации в неопозитивизме и принципа фальсификации в критическом рационализме К. Поппера.

Бранского, заключается в следующем: последнее является таким видом *умозрительного* знания, которое дает (в данной предметной области) объяснение известного эмпирического знания и предсказание нового эмпирического знания. Такая противоречивая природа теоретического знания связана с тем, что эмпирическое знание опирается на определенный опыт, а умозрительное выходит за рамки этого опыта. Благодаря этому теоретическое знание оказывается своеобразным "синтезом противоположностей". Отсюда становится ясным, почему позитивистская философия науки не смогла объяснить происхождение теоретического знания: вследствие отрицания существования умозрительного исследования и умозрительного знания была создана искусственная "стена" между эмпирическим и теоретическим знанием, ибо при этом была разрушена естественная связь, соединяющая эти виды знания, — знание умозрительное. Старая натурфилософия еще до возникновения позитивизма с точностью до наоборот, объясняла происхождение теоретического знания посредством спекулятивного умозрения (умозрительной дедукции из философских принципов), т.е. пренебрегая эмпирическое знание. Это и неудивительно. Как мы выше отметили, умозрительное исследование и умозрительное знание выходит далеко за рамки опыта, а спекулятивная натурфилософия, являясь образцом умозрительного знания, должна была по своей природе пренебречь эмпирией, что и делала в самом деле.

Итак, под *физической теорией* понимаем форму достоверного знания, которое является *селективно-аксиоматическим* по своей структуре (включает дедуктивный момент), имеет *объяснительно-предсказательные* функции и включает интерпретацию формального (математического) аппарата с помощью *конструктов* (понятий особого типа).

Современному научному физическому знанию присуще соперничество эквивалентных описаний или конкурирующих теорий, относящихся к одной предметной области, различающихся в разных отношениях: в семантическом, лингвистическом и т.д.[1] На наш взгляд, подобное конкурирование эквивалентных философских концепций (диалектики, детерминизма, генезиса и структуры научного знания и т.п.) более присуще (характерно) для философии, нежели для естествознания (физики), ибо первая в отличие от последнего носит умозрительный характер и менее, если не вовсе, контролируется опытом[2]. Корректно можно обсуждать проблему

[1] Мамчур Е.А. *Проблема выбора теории.* С. 7. Так же: см. вторую часть данного исследования, где рассмотрены нами конкурирование механических (Аристотеля и Галилея), электродинамических (Ампера-Вебера и Максвелла), релятивистских (Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна) и т.п. теорий.

[2] Выражение "менее, если не вовсе контролируется опытом" означает, что философское знание как метатеоретическое знание проверяемо не через опыт, а косвенно — через методологическое знание: оно объясняет и предсказывает только методологические законы,

конкурирования философских концепций, относящихся не только к одной предметной области, но и принадлежащих к одному идейному направлению (например, в недавнем прошлом — диалектико-материалистическому), так как мировоззренческие основания первых играют принципиальную содержательную роль, поскольку такие концепции имеют не только эвристическую значимость в познании, но и осуществляют еще идеологическую функцию.

Итак, перед нами три отечественные (значит, диалектико-материалистические) синтетические методологические концепции генезиса, формирования и структуры научных (физических) теорий (М.В. Мостепаненко, В.С. Степина и В.П. Бранского), в определенной степени конкурирующих между собой. Между ними помимо отношений конкуренции можно обнаружить и отношения кооперации. Отношения *конкуренции* обусловлены существенными различиями, вплоть до противоположных, между этими методологическими концепциями в объяснении генезиса и структуры физических теорий, а отношения *кооперации* — сходством, тождеством некоторых элементов и процедур этих метаэмпирических конструкций. Так как они преследовали одну и ту же цель — методологического объяснения генезиса и структуры (природы) физической теории, т.е. действовали в одном направлении и, в добавок, в рамках единого диалектико-материалистического мировоззрения, учитывая при этом полученные друг другом результаты, то кооперативные отношения в некотором смысле преобладают над отношениями конкуренции[1].

Ясно прослеживается отношения *кооперации* в трактовке введения ФКМ в научное познание в концепциях М.В. Мостепаненко и В.С. Степина (о сходстве и различии этих концепций в рассмотрении ФКМ ранее мы уже писали). Они *конкурируют* в объяснении природы эвристической функции ФКМ при построении новой теории. Если концепция М.В. Мостепаненко устанавливает, что такая функция осуществляется посредством дедукции (таким образом, неонатурфилософия приписывает дедукции функции селекции), то, согласно концепции В.С. Степина, она осуществляется посредством селекции[2].

используемые при построении новой научной теории, истинность которой подтверждается опытом. При этом надо заметить, что истинность (или ложность) метатеории зависит не только от предметной, но и от *информационной* области. Таким образом, философия как математика (тоже метатеория) связана с действительностью через посредство естествознания.

[1] Что нельзя сказать о методологических концепциях зарубежных философов науки Дж. Агасси, М. Вартофского. И. Лакатоса, К. Поппера, Т. Куна, С. Тулмина, П. Фейерабенда и др. В них нет преобладания одной из двух тенденций, а можно обнаружить и кооперативные, и конкурентные "эффекты" взаимодействия и взаимовлияния, ибо все они принадлежат одному постпозитивистскому направлению философии науки, ранее рассмотренному нами.

[2] Подробно см. несколькими страницами ранее.

Если сравнить между собой концепции В.С. Степина и В.П. Бранского можно найти много сходного и общего в них. В.С. Степин рассматривает новое теоретическое знание как модификацию, перестройку старого теоретического знания. Согласно В.П. Бранскому, новое теоретическое знание бывает двух видов: нефундаментальное и фундаментальное. Первое представляет собой модификацию старого теоретического знания, которая позволяет объяснить известное эмпирическое знание и правильно предсказать новое. Как раз в этом пункте обеих концепций проявляется их кооперативная взаимосвязь. Второе является по своей природе умозрительным знанием и, вообще говоря, объясняет механизм возникновения нового фундаментального теоретического знания, который отсутствует в концепции В.С. Степина. Здесь проявляется момент *конкурирования* между обеими концепциями. Следовательно, концепция В.С. Степина не объясняет механизм возникновения принципиально нового знания: "перенос" и перестройка старого знания в новую предметную область[1] исчерпывающе не решает проблему генезиса фундаментального теоретического знания и эта трудность не преодолевается, а загоняется вовнутрь самой проблемы.

В этих двух концепциях прослеживается множество общих (сходных) и совпадающих моментов, которые могут быть охарактеризованы по схеме: "более общий — менее общий". Эта схема отражает скорее кооперативные тенденции в обеих концепциях, нежели тенденции конкуренции. Сначала остановимся на первых тенденциях.

Согласно концепции В.П. Бранского, формирование умозрительной концепции начинается с идеализации старого эмпирического и теоретического знания, т.е. для формирования такой концепции используется множество идеализированных (в частном случае — неидеализированных) элементов такого знания. Поэтому использование последних для построения умозрительной концепции является более общим, чем использование старых абстрактных объектов для построения гипотетической теоретической схемы (по В.С. Степину), так как старые абстрактные объекты представляют собой неидеализированное старое теоретическое знание.

Процедура генерализации в концепции В.П. Бранского является более общей, чем "наложение сверху" гипотетической теоретической схемы (гипотетической модели) на экспериментальные процедуры, так как по-

[1] Степин В.С. *Теоретическое знание*. С. 315–316, 340, 350. "Итак, процесс построения взаимосвязи, — пишет В.С. Степин, — двух основных операций: 1) переноса абстрактных объектов из других областей знания и соединения их в новой системе отношений в рамках гипотетической модели; 2) перестройки гепотетической модели и превращения ее в теоретическую схему за счет введения ее абстрактных объектов как идеализаций, отражающихся на новый эмпирический материал (тот, который должна ассимилировать создаваемая теория)". См.: Там же. С. 350.

следние всегда макроскопичны, а физическая наука может изучать и немакроскопические объекты. Изучение таких объектов делает возможным процедура генерализации, в результате которой содержание умозрительной модели может быть приписано такой предметной области, объекты которой могут быть не макроскопичны.

Когда мы сравнивали концепции М.В. Мостепаненко и В.С. Степина, отметили, что эвристическая функция картины мира в первой заключается в дедукции из нее оснований теории, дающих строгое объяснение новых опытных данных, а во второй — в селекции из множества различных старых абстрактных объектов и множества различных способов соединения их между собой ограниченного числа таких объектов и таких способов, которые позволили бы получить новую гипотетическую модель (она в дальнейшем может стать частной или фундаментальной теоретической схемой). Также мы отметили, что селективная функция ФКМ второй концепции является более общей, чем ее дедуктивная в первой концепции (в некотором смысле она частный случай селективной функции ФКМ). В свою очередь, селективная функция ФКМ является частным случаем селективной функции философских (метатеоретических) и методологических (метаэмпирических) принципов (согласно концепции В.П. Бранского), т.к. ФКМ является по природе своей неуниверсальной содержательной метатеорией.

Если продолжить список общих (сходных) и совпадающих моментов в концепциях В.С. Степина и В.П. Бранского, то можно показать, что процедура "проверки на конструктивность" гипотетического варианта становящейся теории в концепции В.С. Степина сходна и совпадает по содержанию с "потенциальной проверкой исходных принципов теории" в концепции В.П. Бранского; а выбор из гипотетических вариантов теории посредством "челночного движения между эмпирическим и теоретическим слоем" в первой концепции соответствует процедуре выбора исходной умозрительной концепции методом "потенциальной дедукции" второй концепции. Фундаментальные и частные теоретические схемы в концепции В.С. Степина соответствуют фундаментальным и нефундаментальным теоретическим законам в концепции В.П. Бранского, а мысленный эксперимент, увязывающий частные и фундаментальную теоретическую схемы, соответствует семантической интерпретации гипотезы, предсказывающей нефундаментальные теоретические законы. В свою очередь, мысленный эксперимент, увязывающий частные теоретические схемы и эмпирические схемы соответствует эмпирической интерпретации гипотезы. Эмпирические схемы, стало быть, соответствуют эмпирическим законам[1].

[1] Было бы любопытно проделать такой сравнительный анализ по отношению к эмпирической стадии становления теории во всех трех концепциях. Согласно концепции М.В.

Теперь сделаем несколько замечаний, касающихся различий между этими концепциями. Тех элементов концепции М.В. Мостепаненко, которые обозначены именами “философские идеи”, “естественнонаучная картина мира”, “конкретнонаучная картина мира” В.П. Бранский относит к знанию, имеющему метаумозрительное происхождение, хотя сам М.В. Мостепаненко, вскрывая природу философского познания, указывает на “умозрительный скачок” от результатов обыденного опыта и общественной практики к самым широким обобщениям[1]. Различие состоит в понимании соотношения познавательных процедур, в частности, — философских и конкретно-научных принципов. Это соотношение у М.В. Мостепаненко принимает форму конкретизации и генерализации[2], что близко к понятиям дедукции и индукции, а у В.П. Бранского — селекции посредством философских принципов конкретно-научных программных принципов.

В концепции В.С. Степина математический формализм теории связан с гипотетической моделью, которая служит его интерпретацией, в то же время у В.П. Бранского “формальное метаумозрительное и метатеоретическое исследование”, выполняя селективную функцию по отношению к математическим структурам теории, делает понятным, откуда берутся новые математические структуры для выражения фундаментальных теоретических законов[3].

Содержание абстрактных объектов теории имеет, согласно В.С. Степину, эмпирическое происхождение и в этом смысле совпадает с экспериментально-измерительной процедурой (что очень смахивает на операционализм Бриджмена). Будучи теоретическими моделями в одном случае и теоретическими конструктами в другом случае, они (абстрактные объекты) имеют умозрительную, а не эмпирическую природу происхождения. Вообще говоря, термин “абстрактный объект”, на наш взгляд, вносит некоторую путаницу в методологию научного познания, обладая описанной

Мостепаненко, эмпирическое исследование проходит в своем развитии три стадии: на первой стадии формируется базисное эмпирическое знание; на второй — полученные эмпирические данные подвергаются систематизации и классификации на основе эмпирических понятий, а на третьей — осуществляется индуктивный переход к эмпирическим законам — высшей форме эмпирического знания. (См.: Мостепаненко М.В. *Философия и методы научного познания*. – Л., 1972. Часть 2). Так, в концепции В. П. Бранского эти три стадии как бы замещены тремя видами эмпирических законов: 1) элементарными, 2) интегральными и 3) феноменологической конструкцией — высшей формой эмпирического знания, а в концепции В.С. Степина эмпирическими зависимостями и эмпирическими схемами. Следовательно, здесь прослеживаются и кооперативные, и конкурентные тенденции в этих концепциях.

[1] Мостепаненко М.В. *Философия и физическая теория*. С. 77.

[2] Мостепаненко М.В. *Философия и методы научного познания*. С. 221.

[3] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов*. С. 69.

выше, двойственной природой. В целом методологическая концепция В.П. Бранского построена по “образу и подобию” формирования структуры научной теории, т.е. с функциями метаобъяснения и метапредсказания, о которых уже не раз ранее мы упоминали (и позже будем упоминать). Роль объектов (или метафактов) могут играть в ней сами истинные физические теории[1] (или фрагменты и элементы физического знания) и в этом случае индукцию на множестве метафактов можно назвать метаиндукцией. Таким образом, концепция В.П. Бранского представляет собой результат метаиндукции — метаэмпирическая конструкция (по аналогии с феноменологической конструкцией).

Данная концепция рассматривает объект метаисследования как взаимодействие исследователя с объектом исследования, т.е. с предметной областью и средствами познания (измерительные приборы и т.д.), а познавательную процедуру — как результат этого взаимодействия. Более того, научное исследование, согласно этой концепции, рассматривается как совокупность познавательных процедур, следующих друг за другом в определенной последовательности. Так как процедуры делятся на более простые и более сложные и прогресс научного исследования заключается в последовательном переходе от более простых познавательных процедур к более сложным, то научное исследование (идеализированное) подчиняется принципу развития.

Собственно говоря, любое общее высказывание о познавательной процедуре представляет собой метаэмпирический закон и на каждой стадии исследования возникает проблема выбора одной процедуры из множества возможных. Формальные метаэмпирические законы позволяют предсказать общие характерные признаки становящейся теории, а содержательные — выполняют селективную функцию по отбору ее программных теоретических принципов. Вместе с тем, методологические (метаэмпирические) законы образуют упомянутую ранее метаэмпирическую конструкцию генетического типа (содержательную, а не формализованную дедуктивную систему, характерную для феноменологической конструкции). Более того, метаэмпирические законы совпадают с методологическими правилами, а метаэмпирическая конструкция с методологической концепцией.

Содержательное метаумозрительное исследование объясняет происхождение философских систем (причем далеко не всякое метаумозрительное знание находит воплощение в истории философии), а формальное — возникновение математических структур. В связи со сказанным стоит заметить, что в концепции М.В. Мостепаненко умозрительное и метаумоз-

[1] Также у В.С. Степина научная теория служит эмпирическим материалом для философии (См.: Степин В.С. *Становление научной теории*. С. 21).

рительное знание отождествляется с философским и первое относится к картине мира, второе — к философским идеям, из которых посредством ФКМ дедуцируются теоретические принципы — базис формирующейся теории. Напомним, что ФКМ является неуниверсальной содержательной метатеорией и, следовательно, составляющие ее содержание принципы будут частным случаем метаэмпирических и метатеоретических принципов[1]. *Рациональный смысл* понятия ФКМ в концепции В.С. Степина заключается в том, что она (в отличие от концепции М.В. Мостепаненко, которая, напомним, приписывает дедукции функции селекции) выполняет *селективную* функцию при выборе гипотетического варианта новой теории. Таким образом, рациональный смысл понятия ФКМ включается в понятие эвристической (селективной) функции методологических и философских функций принципов при выборе из множества возможных умозрительных концепций ограниченного их числа (в частном случае — одной) в концепции В.П. Бранского.

В этой части нашего исследования в качестве ведущей тенденции взаимодействия и взаимовлияния философии и физики выявлено эвристическое влияние философии на развитие физической науки и последнее проявляется в селективной функции философских принципов в формировании фундаментальной физической теории. Этот общий вывод делается на основании выше проведенного сравнительного анализа в существующей отечественной литературе по философии науки синтетических методологических концепций формирования научной (физической) теории М.В. Мостепаненко, В.С. Степина и В.П. Бранского. Посредством метаэмпирического сравнения этих концепций было показано, что одни элементы этих концепций совпадают с соответствующими элементами других, если их рассматривать попарно: первую со второй и вторую с третьей. При этом можно обнаружить между ними кооперативные взаимосвязи, т.е. зависимые признаки классификации одной и той же предметной области — историко-научного материала, иначе говоря, признаки общности сходства и совпадения (тождества) в метаобъяснении этими концепциями последнего[2]. Вместе с тем, в них можно выявить независимые признаки

[1] Однако, кроме того, в термине "картина мира" отражена преемственность старого и нового теоретического знания, т.е. она в самом деле незаконно отождествляет принципиально новое теоретическое знание с модификацией старого теоретического знания, так как ФКМ строится на основе старых теорий. Таким образом, посредством ФКМ создается своеобразная иллюзия преемственности между старой и новой теориями, подменяющая принцип соответствия Н. Бора. Стало быть, термин "картина мира" в конкретнонаучном смысле является неудачным, и во избежании ассоциации с этим термином отождествления всякого нового теоретического знания с модификацией старого, его целесообразно изъять из методологии и философии науки.

[2] Сами синтетические концепции — результат кооперативных "эффектов" так называемых аналитических концепций, в рамках которых разрабатывались отдельные методологические

классификации — признаки несовпадения, несовместимости (вплоть до противоположных), которые выражают на фоне кооперативных взаимосвязей конкурентные отношения. Там где возникают отношения конкуренции, тотчас же встает проблема выбора.

Ранее нами отмечено, что в этих концепциях превалируют кооперативные взаимосвязи на фоне конкурентных отношений (хотя одна сторона без другой не существует). В целом, сравнивая их, можно сделать вывод, что эти концепции не содержат взаимоисключающих положений, если не считать таковыми признаки, которые классифицируются по схеме: "более общий — менее общий" (согласно схеме дедуктивная эвристическая функция ФКМ является частным случаем селективной эвристической

проблемы (либо отдельные фрагменты самой теории): природа абстракции и формализации, роль моделей и аналогий в научном познании, сущность интерпретации и мысленных экспериментов и т.д. Так, синтетическая концепция В.П. Бранского возникла как результат кооперативного взаимовлияния аналитических разработок следующих методологических проблем: проблемы образования конструктов ("концептуальная интуиция") и проблемы перехода от теоретических понятий к теоретическим моделям ("эйдетическая интуиция") в результате использования познавательных процедур нелогического характера (Кармин А.С., Хайкин Е.П. *Творческая интуиция в науке.* – Л., 1971); проблемы построения моделей (Штофф В.А. *Моделирование и философия*. – М.–Л., 1966); проблемы места и роли процедуры замещения в процессе познания (Штофф В.А. Указ. кн., статьи Розова М.А., Ледников Е.Е. *Проблема конструктов в анализе научных теорий*. – Киев, 1969); проблемы выбора исходных теоретических принципов (статьи на эту тему Мамчур Е.А., Илларионова С.В.) и др. Еще рельефнее проступают кооперативные (и конкурентные) эффекты в формировании физических теорий. Так, в становлении СТО можно обнаружить кооперативные взаимосвязи в образовании понятия "местное время" в теориях Г. Лоренца, А. Пуанкаре и А. Эйнштейна и в формировании ее теоретической программы: принципа постоянства скорости света — кооперативные эффекты в теориях Пуанкаре и Эйнштейна, а отношения конкуренции между их теориями и теорией Лоренца; специального принципа относительности — эта "картина" сохраняется. Из-за третьего принципа, что тела сжимаются вдоль движения, введенного Пуанкаре в качестве программного в свою теорию, последняя несовместима с теорией Эйнштейна (между ними возникает конкуренция, несмотря на их кооперативные связи). Также можно проследить эти связи и отношения в становлении математического аппарата СТО — преобразований Лоренца: уже в 1887 г. задолго до Лоренца В. Фогт получил их, также независимо от них их получил и Лармор. Следовательно, здесь наблюдаем независимые (почти одновременные) открытия, которых можно назвать *когерентными* кооперативными эффектами в отличие от зависимых, т.е. *некогерентных*. Открытие групповых свойств этих преобразований А. Пуанкаре нельзя отнести к последним. А. Пуанкаре и Эйнштейн получили преобразования Лоренца независимо друг от друга. Когерентные кооперативные эффекты можно наблюдать при выдвижении "контракционной гипотезы" (гипотезы сокращения) Лармором, Д.Ф. Фицджеральдом и Лоренцем, а некогерентные — сигнального определения одновременности Пуанкаре и Эйнштейном. Отношения конкуренции между тремя учеными возникают при интерпретации этих преобразований. Здесь сыграла решающую роль в разрешении этих отношений эвристическая селективная функция философских принципов (Подробно см.: главу "Методология А. Эйнштейна и реконструкция выбора СТО" данного исследования). Такой же анализ можно провести по отношению к другим физическим теориям, прежде всего, к ОТО Эйнштейна. Но это еще впереди.

функции ФКМ, а последняя является, в свою очередь, частным случаем селективной эвристической функции философских принципов). Из сказанного следует, что концепция В.С. Степина является промежуточной, *транзитивной* (переходной) от неонатурфилософской концепции М.В. Мостепаненко к концепции В.П. Бранского. Отсюда становится ясным наш выбор последней как наиболее адекватно объясняющей процесс формирования физической теории и раскрывающей ее подлинную природу, о которой ранее уже мы писали. По аналогичной причине она найдет "практическое" применение во второй части нашего исследования, т.е. выявлено ее прикладное значение: данная концепция будет нами положена в основу адекватной историко-методологической реконструкции формирования теории классической (механики Галилея и электродинамики Максвелла) и современной физики (релятивистских и квантовых теорий).

ЧАСТЬ II. ОТ МЕХАНИКИ ГАЛИЛЕЯ ДО КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ: ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

После того как в процессе анализа ведущей тенденции взаимодействия (и взаимовлияния) философии и физики эвристическая функция философских принципов установлена[1], необходимо выяснить *какие именно* философские принципы сыграли в свое время эвристическую, т.е. селективную роль в процессе формирования фундаментальных теорий классической (механики Галилея и электродинамики Максвелла) и неклассической (релятивистской и квантовой) физики. Последние выбраны нами по "рекомендации" Р. Фейнмана, утверждавшего, что в историко-физическом плане наибольший интерес представляют собой способы *генерации*, четырех наиболее значительных "конструктов" в истории физики: фундаментальных понятий классической механики, классической электродинамики, теории относительности и квантовой механики[2]. Поэтому структура второй части нашего исследования совпадает с последовательностью формирования (генерации) ниже перечисленных наиболее значимых конструктов: "инерции" в механике Галилея, "электромагнитного поля" в электродинамике Максвелла, "псевдоевклидового пространственно-временного многообразия" в специальной теории относительности и "квантового объекта" в нерелятивистской квантовой механике и проверки их.

В дальнейшем исследовании мы будем исходить из следующей установки. Методологический анализ названных выше теорий должна опираться на историко-научный анализ формирования каждой из них, исходя из того, что между ними существует определенная взаимосвязь, служащая объективной основой их синтеза. Такой синтез в форме *историко-методологического анализа* позволяет представить историю развития научного знания как закономерный процесс формирования, функционирования и развития (смены) фундаментальных научных теорий (ибо, напомним, последняя — основная единица научного знания). При изучении закономерностей развития физического знания обнаруживается тесная взаимосвязь философско-методологических и историко-

[1] Эта функция носит селективный характер, а селективной функцией обладают отдельные (весьма конкретные) философские принципы, а не вся философская система в целом.

[2] Фейнман Р. *Характер физических законов.* – М.: Мир, 1968. С. 178–180. Также эту точку зрения, на наш взгляд, разделяет и В. Гейзенберг. Он в своей книге "Физика и философия" выделяет в истории физики "четыре замкнутых системы понятий": 1) механику Галилея-Ньютона; 2) теорию теплоты (термодинамику) вместе со статистической интерпретацией её; 3) электродинамику Максвелла, специальную теорию относительности, оптику, магнетизм и 4) нерелятивистскую квантовую механику (См.: Гейзенберг В. *Физика и философия.* С. 74–75).

физических исследований, которая была правильно подмечена, но неверно истолкована постпозитивистами (К. Поппер, И. Лакатос, Т. Кун, П. Фейерабенд и др.). Методологический анализ структуры физической теории позволяет по-новому взглянуть на её историю, а исследование последней решающим образом влияет на формирование методологической концепции. Поэтому не будет оригинальным следующее наше утверждение о том, что если история физики без методологии физики слепа, то методология физики без истории физики пуста[1].

Под методологической реконструкцией научной теории имеется в виду процесс воспроизведения главных моментов научного исследования, когда выделяются из неё необходимые, существенные признаки и стадии. Они представляют собой закономерную последовательность необходимых методов и процедур исследования и форм знания. Таким образом, абстрагируясь от сопутствующих научному исследованию несущественных обстоятельств как бы затемняющих последнее, исследователь-методолог получает естественную закономерную последовательность стадий исследования и познавательных процедур, т.е. совокупность методологических законов, необходимых для становления истинной научной теории. Оно предполагает движение знаний от явления к сущности, от эмпирических фактов к теоретическим обобщениям.

Адекватность методологической реконструкции формирования фундаментальной научной (физической) теории обеспечивает метаэмпирическое исследование текстов первоисточников, воспоминаний (мемуаров), писем, интервью и др. документов (то, что называют "из первых рук") творцов теории. Стало быть, в качестве основных источников используются историками-исследователями (Ф. Розенбергером, М. Лауэ, М. Льоцци, Б.И. Спасским, П.С. Кудрявцевым, Я.Г. Дорфманом, М. Джеммером, Н.А. Любимовым, А. Койре, Л.С. Полаком, А. Пайсом, У.И. Франкфуртом) и названные выше источники историко-научной информации, но и результаты исследований друг друга[2]. Также поступают и методологи-исследователи (о чем мы писали в первой части этого исследования). На этом их сходство кончается. А различие между исследователем-методологом и исследователем-историком заключается в том, что первый подвергает классические тексты и др. ранее упомянутые здесь источники *методологическому объяснению*

[1] Перефразировка известного изречения И. Канта, а вслед за ним Эйнштейна и Лакатоса. Собственно говоря, касаясь второй части этого изречения можно заметить, что история науки (физики) является своеобразным полигоном для испытания или проверки (конечно, косвенной) адекватности различных методологических концепций как метаэмпирических конструкций.

[2] Здесь проявляются моменты кооперации (и конкуренции) в их историко-научных исследованиях.

("метаобъяснению"), а второй — по преимуществу, *метаэмпирическому описанию* ("метаописанию"). Таким образом, первый объясняет, а второй — излагает.

Очевидно, "феноменологический" подход историка-исследователя и "эссенциальный" подход методолога-исследователя к проблеме становления фундаментальной теории в целом страдают односторонностью и исчерпывающе не раскрывают внутренний механизм этого становления.

Преодоление недостатков как феноменологического, так и эссенциального подходов приводит к синтетическому подходу (синтезу метаэмпирического описания формирования фундаментальной теории с ее методологической реконструкцией): *адекватной историко-методологической реконструкции* научной теории.

Таковы основные моменты нашей исходной позиции, с которой мы приступаем к исследованию (вернее, метаисследованию) формирования фундаментальных физических теорий и эвристической роли философских принципов в нем, т.е. "способов генерации" (Р. Фейнман) наиболее значительных конструктов этих теорий. При этом в качестве синтетической методологической концепции формирования физической теории, позволяющей осуществить адекватную историко-методологическую реконструкцию последних, нами выбрана (по итогам первой части нашего исследования) концепция В.П. Бранского. В ней физическая теория, напомним, рассматривается как: 1) единство эмпирического и умозрительного знания; 2) представляющая собой некоторую систему (селективно-аксиоматическую по своей природе); 3) обладающей функцией объяснения прежнего эмпирического знания и 4) предсказания нового эмпирического знания и 5) форма достоверного, а не вероятного знания.

ГЛАВА 1. ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКТА «ИНЕРЦИЯ» В МЕХАНИКЕ Г. ГАЛИЛЕЯ

Мировоззренческо-методологические предпосылки научной революции XVI-XVII вв. Имя Галилео Галилея неразрывно связано с научной революцией XVI-XVII вв., положившей начало современной науке и техногенной цивилизации. Механистическое мировоззрение Нового времени выросло из понятия инерции, обоснованного Г. Галилеем. Эта революция имеет предшественников. Прежде всего это Роджер Бэкон, который боролся против средневековой схоластики, утверждая, что источником знаний является только опыт. В числе предшественников, чье

учение явилось мировоззренческо-методологической предпосылкой научной революции, был Николай Кузанский.

Николай Кузанский — представитель ренессансной философии. Поэтому он во многом опирался на традицию неоплатонизма. Однако при этом он исходил в своем учении из положения, что «единому ничто не противоположно»: «единое есть все». Переосмысление Кузанским античной традиции дуализма единого и многого, предельного и беспредельного произошло на основе христианского монизма. Если подвергнуть мировоззрение Кузанского метаисследованию, то получится следующая картина: перед ним стояла задача сделать выбор между двумя названными выше метатеоретическими принципами. Выбор в пользу, что «единому ничто не противоположно» им сделан с помощью селективного критерия, воплощенного в христианском монизме, которого Кузанский разделял как деятельный иерарх-кардинал католической церкви. Из метатеоретического, т.е. философского утверждения, что единому ничто не противоположно, Кузанский выводит дедуктивно следующее положение: единое тождественно беспредельному, бесконечному. На основе этого положения, т.е. используя его как селектор, он выбирает, противоречащее христианскому теизму, пантеистическое мировоззрение. Воззрения Кузанского формировались под глубоким влиянием мистического пантеизма Мейстера Экхарта и др.[1] Стало быть, на первый взгляд кажется, что этот выбор ничего не прибавил тому, что было в мировоззрении Н. Кузанского. Но это на первый взгляд. В отличие от предшественников, он как гуманист был приверженцем античной философской мысли (Пифагора, Платона, Прокла и др.). Отсюда пантеизм Кузанского имеет натуралистическую, естественнонаучную, более того, математическую ориентацию. Вместе с тем, можно предположить, что пантеистический выбор Кузанского определялся не столько указанным выше селектором, но и гуманистической ориентацией в целом его мировоззрения, и его математическими и естественнонаучными интересами.

Николай Кузанский — сторонник так называемой отрицательной теологии, обусловленной его пантеизмом. «Преимущество же отрицательной теологии состоит в том, что она с необходимостью приводит к пониманию бога как полностью бесконечного существа, или абсолюта, «абсолютного максимума» – наиболее частого наименования бога в произведениях Кузанца»[2]. Такое понятие бога он дедуцирует в качестве логического следствия из положения «единое есть все». В связи с этим можно подчеркнуть значение математики, иначе говоря,

[1] Соколов В.В. *Европейская философия XVI-XVII веков.* – М.: Высшая школа, 1984. С. 43.
[2] Соколов В. В. Указ. книга. С. 52.

эвристической роли математических средств в построении пантеистической онтологии и космологии Николаем из Кузы, которая заключалась не только в идее максимально бесконечного и предельно единого бога, но и в представлении о мире как об огромной космической машине[1]. Он считал, что «машина мира как бы имеет свой центр повсюду, а свою окружность нигде, ибо бог есть окружность и центр, так как он везде и нигде»[2]. Здесь бог олицетворяет космическую машину и в боге совпадают противоположности — максимум и минимум. В онтологическом плане бог замещает потенциально бесконечный и одновременно единый целостный мир. Такое представление о боге и мире является методологическим знанием, объясняющим старые методологические принципы (тождество противоположностей Гераклита, например) и предсказывающим новые методологические принципы (совпадение противоположностей Н. Кузанского). На фоне этого утверждения, попытки дедуцировать из метатеоретических (философских) принципов естественнонаучные законы являются натурфилософской спекуляцией. Общеизвестно, чтобы обосновать открытый им методологический принцип совпадения противоположностей Кузанский обращается к “математическим мысленным экспериментам”: при мысленном увеличении радиуса круга до бесконечности окружность превращается в бесконечную прямую или одну из сторон треугольника — до бесконечности, то образовавшаяся бесконечная линия есть и треугольник, и круг, и шар. Стало быть, из этих рассуждений Кузанского легко придти к дедуктивному заключению о том, что любая точка бесконечной линии является одновременно и центром, и окружностью, и шаром. Если идти дальше в наших рассуждениях, то придем к следующему выводу: исчезает представление о “привилегированной” точке — центре окружности или шара. Воистину, “…бог есть окружность и центр, так как он везде и нигде”. Можно предположить, что этот метатеоретический принцип пантеизма Кузанского получен им путем замещения упомянутого выше геометрического представления представлением о боге как об актуальной бесконечности, воплощающем целостность бесконечного и динамичного мира (“машина мира”). В то время понятие бога обладало качеством мировоззренческого “императива”, ибо он был тождествен бытию вообще. В этом смысле он сыграл в истории науки определенную эвристическую роль[3]. Это видно из

[1] Подобные пантеистические представления о боге встречались до Н. Кузанского. Например, в средневековой литературе, восходящей корпусу Гермеса Трисмегиста. См.: Там же. С. 52.
[2] Цитата из “*Ученого незнания*” Н. Кузанского. См.: Там же.
[3] Эта роль несколько отличается от интеллектуализирующей функции понятия бога, приписывающей ему человеком свои наиболее значительные результаты в познании. См.: Соколов В.В. Указ. книга. С. 46.

Ветхого Завета, утверждавшего, что бог при творении мира “все расположил мерою, числом и весом”[1]. По Кузанцу, божественное искусство при сотворении мира заключалось в геометрии, арифметике и музыке, что “первый образ вещей в уме творца есть число”. В этом утверждении он — последовательный пифагореец. Кузанский считал, что математика применима в богословии, ибо бога можно представить в виде треугольника с тремя прямыми углами (“Троица”), благодаря этому бесконечным. Безусловно, это из области математических спекуляций, но эти представления обладали огромным эвристическим потенциалом в утверждении Новой науки.

Как известно, задолго до Коперника пифагорейцами (V–IV в. до н.э.) и Аристархом Самосским (III в. до н.э.) были высказаны гелиоцентрические идеи мироустройства. Однако эти идеи не могли быть тогда математически обоснованы. Напротив аристотелевская вселенная нашла свое математическое обоснование у Клавдия Птоломея. В итоге была построена математически выверенная космологическая теория с искусственными допущениями типа эксцентриков и эпициклов. Заслуга Николая Коперника заключается в том, что он, устранив эти допущения, построил более адекватную теорию, чем теория Птоломея. Вероятно, перед Коперником стояла проблема выбора между достаточно обоснованной геоцентрической системой мира Аристотеля-Птоломея и будущей гелиоцентрической системой. Выбор Коперника в пользу гелиоцентрической системы мира был обоснован принципом относительности, открытым Н. Кузанским. Этот методологический принцип был результатом дедуктивного вывода из онтологического представления Кузанца о боге как мировой машине, не имеющей никакого центра (“…он везде и нигде”), ибо новой мерой во вселенной выступает уже бесконечность. В самом деле: эта мера вносит принцип относительности, так как точное определение границ вселенной (мира в целом) возможно через отнесение ее к бесконечности, в ней не могут быть центр и периферия. Гелиоцентрическая система мира как астрономическая гипотеза (и модель) была подвергнута Н. Коперником эмпирической интерпретации, которая заключалась в следующем мысленном эксперименте: он мысленно поместил земного наблюдателя на солнце; “солнечный” наблюдатель при этом не обнаруживает видимое с Земли петлеобразное движение планет, описываемое птоломеевскими эпициклами. Преимущество системы Коперника очевидно; в своем труде

[1] Здесь бог выступает как бы в роли пифагорейца, утверждающего “все есть число”. Стало быть, бог, воплощающий в себе закон меры, является критерием выбора математических средств в познании природы.

“Обращение небесных сфер”, оценивая свою систему, он пишет о том, что последняя позволяет “с достаточной верностью объяснить ход мировой машины, созданной лучшим и любящим порядок Зодчим”[1]. Реформа календаря 1582 г. при папе Григории XIII, связанная с введением “нового стиля”, послужила для гелиоцентрической системы мира Н. Коперника ее косвенной верификацией.

Представление о мире как космической машине Н. Кузанского развил дальше не только Коперник, но и его последователь Иоганн Кеплер. Он представлял идею о мире как космической машине, подобной огромному часовому механизму. В “Космографической тайне” Кеплер хотел наглядно показать, как устроен этот космический механизм, привлекая, заимствованный из платоновского “Тимея” пифагорейско-платоновские геометрические образы о пяти правильных многогранниках — четырехграннике, кубе, восьмиграннике, двенадцатиграннике и двадцатиграннике, каждый из этих многогранников расположен между вписанной в него и описанной вокруг него сферами обращения планет. Думается, что здесь произошло гештальт-переключение. Космический часовой механизм, внутренние детали которого были замещены названными выше многогранниками, что в итоге они оказались вне и внутри сфер обращения планет. В ходе такого переключения гештальта произошла своеобразная геометризация вселенского часового механизма[2], что обосновало применение математики для описания этого механизма. Это обстоятельство позволило Кеплеру разглядеть в новом свете старую идею Пифагора — “музыкально-числового космоса”, сыгравшую эвристическую функцию при открытии им трех знаменитых законов движения планет[3]. Нельзя думать, что из этой пифагорейской идеи,

[1] Цитируется по книге: *Польские мыслители эпохи Возрождения*. / Сост. И.С. Нарский. – М., 1960, С. 42.

[2] При гештальт-переключении происходит замещение одних элементов (деталей часового механизма) другими элементами (геометрическими многогранниками) при сохранении той же структуры (часового механизма), что позволяет исследователю увидеть по-новому старую предметную область, иначе говоря, по-новому проливает свет на ранее накопленные элементы теоретического знания об этой области и модифицирует их. Такая модификация привела к геометризации движения планет, что в некотором смысле предвосхищает эйнштейновскую эвристическую идею геометризации взаимодействия, успешно примененную им в построении релятивистской физики (о которой речь пойдет позже).

[3] “Модель Солнечной системы была изображена Кеплером в форме последовательности вложенных друг в друга политопов (платоновых тел), — реконструирует Э.М. Сороко ход рассуждения Кеплера, — Диаметры описанных вокруг каждого из них концентрически расположенных сфер соответствовали, по его мнению, диаметрам планетных орбит… Кеплер же, считавший, что в движении планет звучит ни на миг не смолкающая многоголосая музыка, воспринимаемая разумом, а не слухом, был последним выдающимся пифагорейцем, но и столь же выдающимся ученым своего времени. Открытая им в конце жизни математическая пропорция, — продолжает он, — названная впоследствии третьим законом Кеплера, связывая периоды обращения планет Солнечной системы с

Кеплер с помощью математической дедукции открыл новые астрономические законы. Так думать — это "рецидив" старой натурфилософии. Эвристичность этой идеи заключается в том, что она позволила Кеплеру правильно выбрать математические средства для описания движения планет.

Работу по разрушению замкнутого, завершенного и конечного античного космоса, начатую Н. Кузанским, продолжил Джордано Бруно. При этом он опирался не только на пантеизм Кузанца, но и на гелиоцентрическую идею Коперника. Следует заметить, что Копернику, подобно как Аристотелю и Птоломею, все еще представлялось мироздание, замкнутой сферой неподвижных звезд. Бруно, используя представление Кузанца о том, что любая точка бесконечной линии является одновременно и центром, и окружностью, и шаром ("бог есть окружность и центр, так как он везде и нигде"), т.е. представление о бесконечном мироздании где нет привилегированной "точки"-Солнца — его центра, в качестве гештальта; замещая в нем произвольно выбранное множество "точек"-звезд множеством солнц, окруженных обитаемыми планетами, приходит к еще более смелой идее — модели бесконечного космоса с бесчисленными населенными мирами, подобными нашему. Так как центр мироздания находится повсюду, а окружность у него в сущности нет нигде, то нет никакой необходимости подобно Копернику объявлять центром мироздания Солнце, а Землю — единственной обитаемой планетой. Здесь не обошлось без космологической системы Демокрита; в частности, без его идеи о множественности миров, которая на наш взгляд, сыграла селективную функцию в выборе Бруно названной выше космологической модели. Эта модель вселенной устраняет незыблемую границу космоса – сферу неподвижных звезд.

После обсуждения мировоззренческо-методологических предпосылок, подготовивших научную революцию XVI–XVII вв., можно прийти к заключению о том, что соответствующие идеи Н. Кузанского, Н. Коперника и Д. Бруно, разрушившие ту картину космоса, из которой исходили Платон и Аристотель, Птоломей и Архимед, открыли путь, ведущий к новой науке.

Историко-методологическая реконструкция процесса формирования механики Галилея [1]. Впервые понятие инерции встречается еще до Галилея

большими полуосями орбит этих планет T^2/L^3=const, содержит одно из центральных отношений пифагорейской музыкальной эстетики — квинту". (Сороко Э.М. *Структурная гармония систем*. – Минск, 1984. С. 58.

[1] Здесь мы будем опираться не только на известные историко-физические исследования Ф. Розенбергера, П. Лакур и Я. Аппель, Н.А. Любимова, П. С. Кудрявцева, М. Лауэ, Б.И. Спасского, Я.Г. Дорфмана и др., но также на монографии Б.Г. Кузнецова ("*Галилей*" – М., 1964, "*Развитие физических идей от Галилея до Эйнштейна в свете современной науки*". – М., 1966), Я.Т. Григорьян

у Кеплера и обозначает "леность" планет, т.е. в качестве метафоры, характеризующей движение планет. Далее: как закон понятие инерции сформулировано Р. Декартом и заимствовано у него И. Ньютоном; при этом Ньютон справедливо приписывал приоритет открытия данного закона Г. Галилею.

Механика Галилея в основном представлена в двух его книгах: 1) в «Диалоге о двух главнейших системах мира — птоломеевой и коперниковой» (1632 г.) и 2) в "Беседах и математических доказательствах, касающихся двух новых отраслей науки" (1638)[1], которых мы подвергли метаэмпирическому анализу. Метаэмпирическое исследование этих классических текстов Галилея позволяет заключить, что он стоял перед мировоззренческим выбором между Платоном (это весьма условно) и Аристотелем; между математической и схоластической науками. Этот выбор им сделан в пользу Платона. Источник этого выбора — геометрический язык на котором написана "великая книга природы", составляющая "настоящий предмет философии"[2].

В известном смысле Галилей — пифагореец-платоник, так как признавал эвристическую мощь математики в познании природы. Конечно, в этом он шел вслед за античностью — Евклидом и Архимедом; последнего он назвал своим учителем, ибо Архимед связывал положения математики и зачатки механики с решением технических задач. Применение математики стало возможным после объединения астрономии и физики; в этом смысле астрономические, т.е. математические методы, предназначенные для описания явлений надлунного мира, были перенесены в область подлунного мира для изучения земных явлений. Онтологическим основанием переноса этих методов явилось разрушение замкнутого, иерархически упорядоченного античного космоса Аристотеля под влиянием идей Н. Кузанского, Н. Коперника и Д. Бруно и замена его бесконечной вселенной, управляемой одними и теми же законами, т.е. одной и той же математикой.

Историко-методологическая реконструкция формирования механики Галилея показывает, что в построении последней присутствовали

("*Механика от античности до наших дней*". – М., 1971), В. Уэвелла ("*История индуктивных наук от древнейшего и до настоящего времени*", в двух томах. СПб., 1867), Е.С. Анциловича ("*Галилео Галилей*". – М., 1964), А. Койре ("*Очерки истории философской мысли*". – М., 1985), М. Вертгеймер. ("*Продуктивное мышление*".– М., 1987), А.Ф. Кудряшова ("*Онтология. Методология. Негеоцентризм*". – СПб., 1993), К.М. Оганяна ("*Генезис и развитие теоретического уровня естественнонаучного знания*". – Ереван, 1990), Д.Р. Меркина ("*Краткая история классической механики Галилея-Ньютона*". – М., 1994, и на сборник статей "*Галилей и современность*". – М., 1964).

[1] Галилей Г. *Избранные труды в 2-х томах*. – М.: Наука, 1964.

[2] Там же. Т. 1. С. 99.

незрелые формы умозрительного исследования. Как известно, в физике Аристотеля были два умозрительных принципа, связанных с описанием движения земных (“изменчивых и тленных”) и небесных (“непреходящих и бессмертных”) тел, различие между которыми он считал абсолютным. Основное содержание “Первого дня” “Диалога о двух главнейших системах мира-птоломеевой и коперниковой” (далее просто — “Диалог”) заключается в опровержении аристотелевского деления природных тел на земные и небесные. И, как следствие, в опровержении того, что первые движутся только ускоренно прямолинейно, а вторые — только равномерно по кругу (либо покоятся).

Небесные тела как структурные элементы “Шаровидной Вселенной” движутся вечным “совершенным” круговым движением вокруг неподвижного покоящегося центра. Земные тела движутся ускоренно прямолинейно к центру как своему “естественному месту”, благодаря воздействию других тел и замедленно от него.

Подвергая эти принципы процедуре универсальной генерализации, т.е. приписывая их в одно и то же время и в одном и том же отношении всем телам природы, Галилей сформулировал следующие принципы: а) все тела природы либо находятся в своем центре (в покое), либо движутся равномерно и кругообразно вокруг этого центра; б) если телу внешней силой дан толчок, удаляющий от центра, то оно будет двигаться в направлении толчка замедленно, прямолинейно, а затем к центру — ускоренно, прямолинейно. Этим самым Галилей на основании преодоления принципа геоцентризма Аристотеля-Птоломея, т.е. различия высшего — надлунного и низшего — подлунного миров, подготовленных его предшественниками, “сводит в единство” следующие понятия аристотелевской физики: “небесные” и “земные” тела; “кругообразное равномерное движение небесных тел” и “прямолинейное ускоренное движение земных тел”; “движимое тело” и “двигатель”; “естественные” и “насильственные” движения и др.

Метаэмпирическое исследование оригинальных текстов Галилея позволяет заключить, что он произвел выбор вышеуказанных двух принципов в качестве умозрительной концепции, благодаря своему мировоззрению, которое сводилось преимущественно к следующим положениям: “нет действия без причины”[1] (принцип причинности); движение внутренне присуще движущемуся телу[2] (принцип

[1] Галилей Г. *Избранные труды.* Т. 1., С. 119–120, 125–126.

[2] Галилей Г. Указ. соч. Т. 2. С. 334–336. Центральным тезисом, доказываемым Галилеем во “Втором дне” “Диалога” является то, что “для предметов, участвующих в одинаковом движении, последнее как бы не существует для них, то это требует допущения, что движение “внутренне присуще” телу (вопреки мнению Аристотеля). Так как движение является атрибутом тел, то теряют смысл аристотелевские различия “естественных” и “насильственных” движений, “движимого тела” и

атрибутивности движения) и “природа не употребляет многих средств там, где она может обойтись немногими” (принцип простоты)[1].

Из принципа (а) могут быть “дедуцированы” два возможных следствия; из которых, согласно принципу причинности, Галилей выбирает следующее положение: “тело сохраняет свое состояние равномерного кругообразного движения или покоя”. Самопроизвольное изменение состояния равномерного и кругообразного движения противоречило бы принципу причинности: “нет действия без причины”. То есть тело сохраняет состояние равномерного и кругообразного движения, если не действует внешняя сила (“причина”)[2]. Последнее представляет собой принцип инерции. Как мы видим, понятие инерции содержит в себе “следы своего происхождения” (К. Маркс): понятие кругообразного замкнутого движения восходит к Аристотелю.

Так был открыт закон инерции, приоритет открытия которого приписан Ньютоном Галилею. Существует спор о том, что хотя Галилей и открыл закон инерции, но будто бы движение по инерции он считал не прямолинейным, а круговым (“кругообразным”)[3].

Принцип инерции был сформулирован первоначально как следствие процедуры генерализации неидеализированных наглядных представлений (структурных элементов шаровидной Вселенной) Аристотеля. Последующая формулировка этого принципа у Галилея является следствием (развитием) его первоначального принципа инерции: он получен в результате мысленного эксперимента с гладким шариком, движущимся по гладкой поверхности. Вот его описание: “Когда тело движется по горизонтальной плоскости, не встречая никакого сопротивления движению, то …движение его является равномерным и продолжалось бы постоянно, если бы плоскость простиралась бы в

“двигателя” и т.д. (См.: Там же).

[1] Галилей утверждает, что движение Земли познается по звездам (Там же. С. 212), ибо допущение движения звездной сферы противоречит принципу: “Природа не употребляет многих средств, там, где может обойтись немногими”, т.к. вращение звездной сферы, Солнца и планет требует значительно “больших средств” (необходимо допускать громадную скорость вращения Вселенной, по сравнению с которой Земля ничтожна по размерам. Более того, для вращения Вселенной потребуется “перводвигатель”, введение множества птоломеевских эпициклов и т.п.), чем движение одной — единственной Земли (Там же. С. 213–215). Вообще говоря, “Третий и Четвертый дни” “Диалога” посвящены обоснованию движения Земли и, тем самым, доказательству системы Коперника. Основное место в таком доказательстве занимает объяснение исходя из движения Земли сложного движения планет. Для такого объяснения не нужно вводить множество птоломеевых эпициклов, т.к. достаточно одного допущения — движения Земли (Там же. С. 437, 490). Так же см.: Кудряшов А.Ф. *Методологический анализ механики Галилея*. // Вестник ЛГУ. 1976. Вып. 23. С. 70–71

[2] Там же. С. 119–120, 125–126.

[3] По Галилею круговое движение не нарушает идеальный порядок в мире, а также “…движущемуся телу невозможно двигаться вечно прямолинейным”.

пространстве без конца"[1]. Этот мысленный эксперимент рассматривает движение тела по инерции в бесконечном пространстве за бесконечное время, что эмпирически воспроизвести невозможно. Отсюда можно предположить, что принцип инерции предполагает бесконечность вселенной[2], о чем ратовали предшественники Галилея — Кузанец и Бруно. Замкнутый, конечный космос античности, в свою очередь, наоборот предполагал, что круговое движение является единственно возможным равномерным движением.

Конструкт "инерция" является фундаментальным понятием в построении классической механики. В пользу фундаментальности этого конструкта свидетельствует не только умозрительная природа его происхождения (поскольку без участия умозрительных процедур формирование фундаментальных понятий невозможно); нужно еще иметь в виду то обстоятельство, что Ньютон с помощью процедуры выбора отобрал конструкт инерции из множества других, чтобы использовать его в качестве принципообразующего понятия в процессе построения теоретической программы классической механики. На основании теоретической программы осуществляют выбор соответствующей математической структуры, выражающую фундаментальный теоретический закон. Однако в методологии науки существует мнение, что конструкт "инерция" имеет индуктивную природу происхождения на том основании, что принцип инерции получен в процедуре абстракции от воздействий на движущееся тело других тел. Вообще говоря, все фундаментальные понятия, в том числе понятие инерции, являются продуктами творческого воображения — эвристической концептуальной интуиции, а не результатами индуктивного вывода из опыта, а также — дедуктивного вывода из понятий и принципов существующих теорий [3].

Соответствующий анализ (см. выше) показал, что существующий

[1] Галилей Г. Указ. соч. Т. 2., С. 234.

[2] Койре А. *Очерки истории философской мысли.* – М.: Прогресс, 1985. С. 212.

[3] М. Вейтгеймер пишет: "Споры велись вокруг следующих вопросов: направлялось ли мышление Галилея индукцией? Или дедукцией? Эмпирическими наблюдениями и экспериментом или же априорными предпосылками?" (См.: Вейтгеймер М. *Продуктивное мышление.* – М.: Прогресс, 1987. С. 238–239.). Думается, что наш историко-методологический анализ формирования конструкта «инерция» дал исчерпывающий ответ на эти вопросы. Сам же Вейтгеймер анализируя ход продуктивного мышления Галилея приходит почти к тем же выводам, что и мы. Его же психологически "глубокое структурное видение ситуации, предполагающее изменение функционального значения элементов, их новую группировку и т.д." (См.: Там же. С. 246.) — это признание Вейтгеймером умозрительной природы происхождения принципа инерции. Гештальтное видение ситуации им (по нашему гештальт-переключение) мы обнаруживаем в следующих словах: "Таким образом, покой становится частным случаем движения с постоянной скоростью, случаем, когда отсутствует положительное или отрицательное ускорение. Покой и равномерное прямолинейное движение в горизонтальном направлении оказываются структурно эквивалентными". (Там же. С. 244.).

спор о том, что Галилей открыл принцип кругового движения по инерции не лишен основания[1].

Открытия Галилея в области механики были непосредственно связаны с его обоснованием гелиоцентрической системы Коперника, но, конечно, имели самостоятельное значение как естественнонаучная теория: собственно говоря, с галилеевского конструкта "инерция" и начинается Новая наука.

Принцип относительности Галилея представляет собой следствие принципа инерции и идеализации, согласно которой движение не зависит от двигателя. Из него возможны два следствия: 1) "ускоренное (замедленное) движение к центру (от центра) и движение вокруг центра взаимно влияют друг на друга, т.е. *зависимы*" и 2) "ускоренное (замедленное) движение к центру (от центра) и движение вокруг центра независимы и, следовательно, общее движение равно сумме этих двух движений". Первое из этих двух следствий Галилей отбрасывает в силу того, что оно противоречит старому философскому принципу: "движение к центру (от центра) и движение вокруг центра — два существенно разных типа движения (так как первое восстанавливает (нарушает) идеальный порядок в мире, а второе сохраняет этот порядок)"[2]. Стало быть, Галилей замещая в этом принципе конструкт "движение" конструктом "скорость" получил принцип независимости и сложения скоростей: "Скорости движения к центру (от центра) и вокруг центра независимы, и общая скорость равна сумме обеих скоростей". Как мы уже отметили, результатом идеализации является представление о движении, независимом от двигателя, которое привело Галилея к "идеалу", что тело, двигаясь ускоренно, переходит от одной скорости к другой, проходя все степени ускоренности (медленности)[3]. Другими словами, генерализируя это утверждение на все ускоренные движения, он приходит к *принципу непрерывности ускорения.* Таким образом, т.е. с помощью аналогичных приемов Галилею удается сформулировать *принцип равноускоренности падения*[4].

Надо полагать, что галилеевский принцип потенциальности поля

[1] Койре пишет о том, что не будем укорять Галилея, который "не мог освободиться от чар циркулярности и заменить круг прямой линией". Далее продолжает: "Что касается прямолинейного движения, то он действительно никогда не говорил о нем как о движении по прямой линии, но и как и горизонтальном движении, или движении о горизонтальной плоскости". См.: Там же. С. 212.

[2] Круговое движение не нарушает идеальный порядок в мире, т.к. каждая точка круга является началом движения и, одновременно, концом его. См.: Там же. С. 115–117.

[3] Там же. С. 117, 125.

[4] Как известно, предметной областью механики Галилея было движение падающих и брошенных под углом к горизонту тел, изучение которого и составило эмпирическую стадию первоначального исследования механического движения.

силы тяжести получен сходным образом. В старом аристотелевском принципе: “Тяжесть есть стремление тел к центру Земли” Галилеем замещен конструкт “действие тяжести” конструктом “скорость падающего тела”, что привело к утверждению, что скорость тела, падающего с одной и той же высоты, не зависит от траектории падения”.

Итак, сложилась потенциальная умозрительная концепция механики Галилея, заключающая в себе следующие принципы: инерции, независимости и сложения движений, независимости и сложения скоростей, непрерывности ускорения, равноускоренного движения, равноускоренного падения и потенциальности поля силы тяжести. Теперь Галилею предстояло выбрать из этого множества умозрительных принципов теоретическую программу своей механики. Из них в качестве последней Галилей выбрал два теоретических принципа: принцип равноускоренного движения и принцип непрерывности ускорения. Они в качестве физических селекторов позволили ему выбрать фундаментальный теоретический закон. При этом Галилей использовал два новых (для того времени) математических понятия: графическое изображение функциональной зависимости (Декарт) и понятие геометрического интегрирования (восходящее еще к Архимеду). Следует заметить, что выбору теоретического закона в новом “математическом наряде” (Эйнштейн) способствовал так называемый метод потенциальной дедукции, суть которой заключается в решении ряда проблем поставленных физикой Аристотеля.

Названные выше умозрительные принципы, главным образом, решают все эти аристотелевские проблемы. К примеру: почему тело движется после того, как на него перестает действовать другое тело, т.е. “движитель”? Ответ дает принцип относительности Галилея. Или другой пример: если движение Земли никак не влияет на земные тела (полет птиц, движения облаков и пушечных ядер), то откуда следует, что движется Земля, а не Солнце? Принцип относительности дает ответ на вопрос, содержащийся в антецеденте (основания) этого условного суждения, а что касается его консеквента (следствия), то из двух возможностей, т.е. что движется — Земля или Солнце? — надо выбрать первую, ибо она согласуется с методологическим принципом простоты: “природа не употребляет многих средств там, где она может обойтись немногим”. Конечно, при условии, когда отвлекаемся от системы Коперника. Принципы инерции, независимости и сложения движений, независимости и сложения скоростей позволили решить Галилею задачу, связанную с “предсказанием” его теории: как вычислить траекторию брошенного под углом к горизонту тела?

Возвращаясь назад — к теоретическому закону, вернее,

теоретической схеме с помощью математического метода (“геометрического интегрирования”) Галилей сформулировал теоретическую (математическую) гипотезу: пути, пройденные свободно падающим телом, относятся между собой, как квадраты времен, протекших с начала падения[1]:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \qquad (1)$$

Последнее выражение выбрано на основании теоретического закона:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad (2)$$

где k_1 и k_2 скорости падающего тела за времена T_1 и T_2. В свою очередь, теоретический закон был выбран на основании принципа равноускоренного движения из выражения типа:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{T_1}{T_2}\frac{k_1}{k_2} \qquad (3)$$

Последнее выражение (3) получено Галилеем с помощью графического изображения площадей и отрезков. Из него же выбран теоретический закон (1) с учетом выражения (2).

Вообще говоря, галилеевский теоретический закон (1) с точки зрения классической механики — типичный пример формулировки эмпирического закона. Фундаментальный теоретический закон механики Галилея не был им четко сформулирован и хотя он не ввел понятия о силе (это было сделано Ньютоном), но вплотную подвел механику к этому понятию и интуитивно правильно пользовался им[2]. “Совершенно ясно, что импульс тела к падению столь же велик, как то наименьшее сопротивление или та наименьшая сила, которые достаточны для того, чтобы воспрепятствовать падению и удержать тело”[3], — утверждает Галилей. В нем, в частности, Ньютон увидел зародыш второго закона динамики. Все сказанное позволяет утверждать, что фундаментальный теоретический закон о действии силы тяжести на движущиеся тела в масштабах обычных земных движений (“местных движений”) был выбран Галилеем с помощью принципа инерции.

Такое утверждение сформулировано нами почти однозначно на основании двух соображений: 1) формулировка его оправдана тем, что оно

[1] Галилей Г. *Беседы и математические доказательства*. (Галилей Г. *Избр. труды в 2-х томах*. – М., 1964. Т. 2.) С. 249–250, 282. (Далее просто — “Беседы”). В “Беседах” (в “Третьем дне”) рассматривается приложение принципов, установленных в «Диалоге”, к выводу законов равноускоренного движения.

[2] Галилей Г. *Беседы и математические доказательства*. С. 256–258.

[3] Там же.

вытекает как следствие из методологической концепции формирования физических теорий и 2) на основании эмпирического закона независимости скорости падения от массы Галилей не мог предположить в качестве фундаментального закона пропорциональное отношение силы тяжести и скорости падения тела (т.е. $\vec{F} = c\vec{v}$), хотя, на первый взгляд, такое предположение, обладало бы большей вероятностью по сравнению с предположением, что сила тяжести пропорциональна ускорению свободного падения (т.е. $\vec{F} = c\vec{g}$). Дело в том, что Галилей почти всегда пользовался величинами скорости, мгновенной скорости и приращения скорости. В свою очередь, ускорение, как величина, не приобрело свой статус (т.е. не индивидуализировано) у Галилея, не имело ни особого обозначения, ни названия — само слово "ускорение", применяемое Галилеем, означало ускорение движения (процесс), а не какую-то особую кинематическую величину. Поэтому, на наш взгляд, Галилеем не был сформулирован в явном виде, как у Ньютона, фундаментальный закон о действии силы тяжести на движущиеся тела.

Непосредственная проверка этой гипотезы (или закона) затруднена из-за быстрого нарастания скоростей свободно падающих тел. Исходя из принципа потенциальности поля силы тяжести, можно "замедлить" скорость падения тела (например, шарика) с помощью наклонной плоскости[1]. В данном случае наклонная плоскость воплощает в себе простейшую форму траектории падения — отрезок прямой линии. Очевидно, построение теоретической модели, т.е. эйдетическая интерпретация данной гипотезы связана с выбором форм траекторий падения, исходя из критерия простоты. Такими простейшими из геометрических форм линий являются отрезок прямой или дуга окружности, но предпочтение Галилеем отдано отрезку прямой. Семантическая интерпретация гипотезы заключается в дедуктивном выводе нефундаментального теоретического закона движения тел по наклонным плоскостям, исходя из принципа потенциальности поля силы тяжести. Далее: взаимодействие же теоретической модели простейшей траектории с эмпирическим представлением о падающем теле приводит Галилея к мысленному эксперименту с движением шарика по наклонной плоскости (по "наклонному желобу"). Если шарик свободно катится по наклонной плоскости, то пройденные им пути l_1 и l_2 относятся между собой как квадраты соответствующих времен T_1 и T_2. Последний нефундаментальный теоретический закон уже можно проверить на опыте.

Итак, механика Галилея объясняет свободное падение тел, движение

[1] Галилей выводит различные следствия, касающиеся движения тел по наклонным плоскостям. (См.: Там же. С. 246–247, 257–260). Другие следствия изложены на С. 261–303 "Бесед".

тел по наклонным плоскостям и предсказывает законы движения тел, брошенных под углом к горизонту[1].

Таким образом, через подтверждение нефундаментального теоретического закона Галилея (на самом деле эмпирического) $\frac{l_1}{l_2} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$ (где l_1 и l_2 — длины наклонных плоскостей и T_1 и T_2 — времена движения шарика по наклонным плоскостям) опытом косвенно подтвердился закон падения Галилея (1). Стало быть, выясняется, что семантическая интерпретация гипотезы Галилея связана со следующим его положением: "…утверждаю, что отношение указанных импульсов (читай: силы — Д.О.) равно обратному отношению соответственных длин". Как мы уже показали, эйдетическую интерпретацию данной гипотезы можно свести к отрезку прямой, проведенной по наклонной плоскости, а мысленный эксперимент — к движению "абсолютно твердого шарика" по наклонной "идеально гладкой" плоскости. После подтверждения опытом (т.е. перехода от мысленного эксперимента к реальному) механика Галилея превратилась в достоверную теорию.

ГЛАВА 2. ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЫБОРА ПРИНЦИПА ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ МАКСВЕЛЛА[2]

Постановка проблемы. В литературе по истории физики известен тот факт, что в свое время Г. Лоренц и Г. Герц не поняли сразу "Трактат об электричестве и магнетизме" — итоговое исследование Максвелла. Непонимание электромагнитной теории Максвелла было обусловлено, как те-

[1] В "Беседах" ("Четвертый день") Галилей предсказывает законы движения бросаемых тел, слагаемого из равномерного и равноускоренного движения. Знание этих законов позволяет вычислить траекторию движения бросаемых тел. "При сложном движении, слагающемся из равномерного горизонтального и естественно-ускоренного движений, бросаемое тело описывает полупараболу" (См.: Там же. С. 305.) Очевидно, законы движения бросаемых тел есть следствие законов равномерного и равноускоренного движения.

[2] Максвелл Д.К. *Статьи и речи.* – М., 1968. Максвелл Д.К. *Электричество в элементарной обработке.* – Киев, 1886. Максвелл Д.К. *Материя и движение.* – СПб., 1885. Максвелл Д.К. *Избранные сочинения по теории элекромагнитного поля.* – М.: Госиздат. техн.-теорет. лит., 1952. Фарадей М. *Избранные труды по электричеству.* – М-Л.: ГОНТИ, 1939. Фарадей М. *Экспериментальные исследования по электричеству*. Т. 1. М., 1947. Т. 2. М., 1951. Т. 3. М., 1959. Т. 5. М., 1955. Ампер А.М. *Электродинамика*. – М., 1954. Герц Г. *Исследование по распределению электрической силы*. // *Из предыстории радио*. – М.-Л., 1948. Герц Г. *Принципы механики, изложенные в новой связи*. – М., 1959. Автор здесь опирается также на результаты исследований В.С. Степина (Степин В.С. *Становление научной теории.* – Минск, 1976.), П.С. Кудрявцева (Кудрявцев П.С. *Фарадей.* – М., 1968), Б.Г. Кузнецова (Кузнецов Б.Г. *Эволюция основных идей электродинамики*. – М., 1963, Кузнецов Б.Г. *Электродинамика Максвелла, ее история, развитие и историческое значение* // Труды института истории естествознания и техники. – М., Т. 5. 1955), А.Ф. Кудряшова (Кудряшов А.Ф. *Онтология. Методология. Негеоцентризм.* – СПб, 1993.) и др.

перь стало известно, отсутствием эйдетической (наглядно-образной) интерпретации ее математической схемы — "уравнений Максвелла". Речь шла о наглядном истолковании основных положений и понятий теории, в частности, физического смысла электрического (E) и магнитного (H) векторов в привычных и наглядных механических представлениях. Неудачу Герца подтверждают его слова: "Теория Максвелла — это уравнения Максвелла"[1]. Обобщив ранее установленные законы электромагнитных явлений (Кулона, Био-Савара, Ампера и Фарадея), Максвелл нашел систему уравнений, описывающих электромагнитное поле на языке векторного анализа. Ненаглядность математической схемы усугубил вывод, последовавший из нее: волновое электромагнитное поле может существовать в отрыве от заряда и распространяться в пространстве. Вывод казался абсурдным. Здесь "математика оказалась умнее интерпретирующей мысли" (М. Борн). Так ли было в действительности? Вот почему требуется исследование процесса формирования теории Максвелла в форме методологической реконструкции.

Закон Био-Савара записывается обычно в форме, данной самим Максвеллом:

$$\text{rot}\ \vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j} + \frac{1}{c}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Она отличается от обычной дополнительным членом $\frac{1}{c}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ т.е. магнитное поле создается согласно Максвеллу, не только током проводимости $\vec{j}$, но и "током смещения". Представление о "смещении" было введено Фарадеем и связывалось с поляризацией диэлектрика. Максвелл распространил это представление и на вакуум. Некоторые историки науки высказывали мнение, что Максвелл при этом руководствовался принципом симметрии[2]. Как подчеркивает исследователь этого вопроса

[1] Это лаконичное образное выражение Герца с методологической точки зрения, является той незаконной процедурой *отождествления* физической теории с ее математическим аппаратом.

[2] Обычно считается, что Максвелл пришел к своим уравнениям, используя "метод математической гипотезы". Максвелл обнаружил "... отсутствие симметрии в найденных уравнениях: а именно, что уравнение rot $\vec{E} + \frac{1}{c}\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0$ (1) содержит производные как по координатам, так и по времени, тогда как в уравнение $rot\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j}$ (2) входят только производные по координатам, а производные по времени отсутствуют". См.: Степин В. С. *Становление научной теории*. С. 146. Максвелл, мол, заметил эту асимметрию и для восстановления симметрии (иногда добавляют:

А.М. Борк, Максвелл нигде не выдвигает подобного аргумента: впервые вопрос о симметрии был поставлен Хевисайдом лишь в 1885 году, т.е. после смерти Максвелла[1].

Таким образом, выпадает из рассмотрения столь привлекательный и эффективный метод — метод математической гипотезы в объяснении природы происхождения системы уравнений, содержащей, в частности, фундаментальное понятие "тока смещения"[2]. По-видимому, Максвелл пришел к своим уравнениям иным путем.

Эвристическая роль наглядных механических моделей в становлении электродинамики Максвелла. Метаэмпирическое исследование оригинальных текстов Максвелла, в особенности, первых двух статей, указывает на эвристический метод, которым он воспользовался, — метод аналогий. Максвелл поставил перед собой задачу построения единой системы теоретического описания и объяснения электростатических явлений (законы Кулона и др.). Ему необходимо было вывести единое обобщающее уравнение электростатики. Средством получения такого уравнения послужила аналоговая гидродинамическая модель, основным наглядным элементом которой являлась единичная незамкнутая трубка тока некоторой идеальной несжимаемой жидкости. Последняя позволила распространить уравнение движения для жидкостей (Эйлер), относящееся к предметной области механики сплошных сред, на область электростатических явлений. Центральным понятием, позволяющим применить такую аналогию к электричеству, является фарадеевский конструкт — "силовая линия" — продукт концептуальной интуиции. Здесь в качестве "идеала" предполагается представление о "силовом центре", заимствованное у Бошковича и видоизмененное им[3]. Представление о поле скоростей в идеальной жидкости — заимствованное у Эйлера — гештальт. В результате известных взаимодействий, описанных нами ранее, элементов в интуитивном меха-

руководствуясь "эстетическим чувством", так как симметричные уравнения "элегантнее" несимметричных) добавил во второе уравнение член $\frac{1}{4\pi}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$, представляющий собой выражение для тока смещения. Из полученной системы уравнений (1) и (2) уже вытекали два основных предсказания электродинамики: существование электромагнитного поля и давления света, после обнаружения которых у физиков не было сомнений в истинности теории Максвелла.

[1] См.: Дорфман Я. Г. *Всемирная история физики*. – М.: Наука, 1974. Т. II. С. 98.

[2] О фундаментальности данного понятия существуют утверждения В.С. Степина (Его же. *Становление научной теории*. С. 146.), Спасского Б. И. (Его же. *История физики*. – М.: Высшая школа, 1977. Т. 1. С. 108.) и т.д.

[3] "Его (Бошковича. — Д.О.) атомы, если я правильно понимаю его, простые центры сил, а не частицы материи, в которых заключаются силы", — пишет Фарадей. (См.: Фарадей М. *Избр. труды по электричеству*). Фарадей в отличие от Бошковича рассматривает атомы как центры сил в абсолютно наполненном пространстве. У Бошковича эти центры окружены пустым пространством.

низме Фарадей получает новый конструкт — "физическая силовая линия"[1]. Новый конструкт Фарадея дал возможность Максвеллу ввести в обиход употребления понятие электрической силовой линии, существующей вне порождающего ее заряда. Для закона Кулона Максвелл ввел наглядный образ заряда как точечного источника (стока), из которого равномерно вытекает (втекает) несжимаемая жидкость, поступающая в плотно прилегающие друг к другу трубки переменного сечения. Известно, что если модель трубок переменного сечения имитирует электрические силовые линии, то модель точечного заряда характеризуется через признаки силовых линий. Отсюда заряд в принципе может быть определен через напряженность создаваемого им поля. Понятие заряда, таким образом, является производным от конструкта "электрической силовой линии".

Экстраполяция теории движения несжимаемой жидкости для выражения законов магнитостатики осуществляется аналогично применению ее к электростатике. Разница только в том, что Максвелл ввел представление о замкнутых трубках тока несжимаемой жидкости, учитывая специфику магнитных сил. Посредством этой модели он нашел обобщающий закон магнитостатики: $rot \quad \vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{f}$. Здесь не хватает члена, содержащего "ток смещения". Из этого закона были дедуцированы законы Кулона, Био-Савара и Ампера.

Для объяснения явлений электромагнитной индукции уже не пригодилась модель несжимаемой жидкости. Тут-то вспомнилось Максвеллу старое понятие "электротонического" состояния Фарадея[2]. Фарадей предположил, что проводник, помещенный в магнитное поле, находится в особом состоянии, которое он назвал электротоническим. В свою очередь, Максвелл предположил следующее: возникновение э.д.с. зависит от изменения этого состояния[3]. Любопытен тот факт, что Максвелл ставил своей целью найти адекватный механический образ последнего[4]. Наконец, было

[1] Детально здесь мы не будем обсуждать те умозрительные процедуры, с помощью которых он пришел к данному понятию "электромагнитного поля". Магнитные и электрические линии Фарадей считал физическими в отличие от силовых линий тяготения.

[2] Фарадей Д. *Экспериментальные исследования по электричеству*. – М., 1947. Т. 1. С. 31, 37, 102.

[3] Максвелл М. Указ. соч. С. 57–58.

[4] Там же. С. 59. Как известно, Максвелл в своей статье "О физических силовых линиях" описывает искомый "механический образ" фарадеевского "электротонического" состояния. В этой же статье он обосновывает выбор принципа близкодействия некоторыми качественными соображениями, отмечая, что трудно поверить, что, как это следует из принципа дальнодействия, взаимодействие зарядов и магнитов происходит вне пространства (имеется в виду пространство, отделяющее взаимодействующие заряды или магниты) и независимо от времени (мгновенно) (См. там же С. 108). Чуть позже мы рассмотрим селективную функцию принципа взаимосвязи пространства, времени и взаимодействия в выборе принципа близкодействия. Выбор же альтернативного ему

найдено Максвеллом представление данного вида во втором его исследовании. Максвелл конструирует свою модель, предположив, что электромагнитные явления связаны с тем, что в среде существует натяжение в направлении силовых линий в сочетании с гидростатическим давлением или, иначе говоря, с давлением, которое имеет большую величину в экваториальном, чем в аксиальном направлении. Вот эту некоторую анизотропию давлений в принципе могут вызвать центробежные силы вращающихся вихрей, оси которых параллельны силовым линиям.

Возможно следующее описание вихревой модели: представим себе некоторую механическую среду, заполненную вихрями. На границе двух одинаково направленных вихрей частицы среды должны участвовать одновременно в двух противоположных движениях. Взаимное существование двух таких движений можно представить следующим образом: ввести некоторую модификацию модели, т.е. предположить, что между соседними вихрями существует промежуточный слой частиц, вращающихся в направлении, противоположном направлению вращения соседних вихрей; частицы эти обладают ничтожной массой по сравнению с массой вихрей и роль их аналогична промежуточному колесу в планетарной кинематической цепи зубчатых колес[1]. В данной модели было выделено физическое содержание: скорость вращения вихря соответствует магнитной индукции $\vec{B}$, а перемещение промежуточных частиц (зарядов) между вихрями под действием тангенциальной силы соответствует току проводимости (э.д.с. индукции). В свою очередь, давление частиц (зарядов) одна на другую представляет напряжение или, другими словами, потенциал электричества. Всякое изменение скорости вихря приводит к возникновению силы, действующей на промежуточные частицы (заряды). Таким образом, модель объясняет закон электромагнитной индукции.

Стало быть, модельное объяснение явления самоиндукции несколько видоизменяется: ток, возникающий в результате индукции, действует на ближайшие от него части вихрей, тем самым создает условия для свободного движения в любом направлении для промежуточных частиц — частицы, касающиеся внешней стороны этих вихрей, будут двигаться в направлении, противоположном направлению тока. Таким образом, возникает индуктивированный ток в направлении, противоположном первичному току[2].

Следовательно, с помощью вышеприведенной иерархии механиче-

принципа — принципа дальнодействия — основан на ньютоновском представлении о мгновенной передаче взаимодействия на большие расстояния.

[1] Модели Максвелла возмущали откровенно механической наглядностью методологов науки типа Пьера Дюгема: в теоретических исследованиях Максвелла он наталкивался на "завод".

[2] Максвелл Д. Указ. соч. С. 157.

ских наглядных образов выявляется смысл фарадеевского электротонического состояния, отражающего сущность фарадеевского закона индукции.

Базовой (исходной) моделью (M_o) иерархии моделей Максвелла является модель вихря несжимаемой жидкости[1]. Основным моделеобразующим элементом модели M_o является представление "стационарного вихря", замещающего магнитную силу в точке; совокупность же таких вихрей — магнитную силовую линию. Путем некоторой реконструкции (модификации) M_o Максвелл получил M_I — модель стационарных вихрей, ограниченных друг от друга промежуточным слоем частиц, замещающих движущиеся заряды[2]. В дальнейшем им была введена M_2 — модель нестационарных вихрей (движение вихрей с ускорением). Она замещала переменное магнитное поле. В модели M_2 тангенциальная сила, действующая на промежуточную частицу ("точечный единичный заряд") замещала вектор электрической напряженности. Стало быть, путем поочередных процедур замещения из базовой M_o была получена вся иерархия моделей. При этом реконструировались все несущественные элементы базовой модели. Последняя в этих процедурах несколько раз модифицировалась, сохраняя основное свое физическое содержание, репрезентирующее процессы электромагнетизма. Максвеллу оставалось не что иное, как объединить исходную модель M_2 с моделью, учитывающей явления электростатики (т.е. с некоторой другой моделью M_x). Это удалось ему сделать не путем простого соединения, а путем коренной реконструкции исходной модели M_2[3]. Для этого он "заглянул" во внутрь вихря: при вращательном движении последнего вращение должно передаваться от внешней к внутренним частям каждого вихря. Следовательно, надо менять "субстанцию" в вихрях, что и сделал Максвелл. Именно приданием упругих свойств субстанции содержащейся в них, подобных упругости твердых тел или светоносной среды[4], Максвелл пришел к модели молекулярных вихрей — M_2^1. Таким образом, Максвеллу удалось "свести в единство" понятия "силовых линий" и "электротонического состояния".

Известно, что все тела делятся на проводники и диэлектрики. В этой связи надо было объяснить природу сопротивления в этих телах с точки зрения новой модели M_2^1. Она была объяснена со следующих позиций: Максвелл сравнил "проводящее тело" с пористой мембраной, которая представляет большее или меньшее сопротивление прохождению жидкости, а диэлектрик же похож на упругую мембрану, которая непроницаема

[1] Максвелл. Д. Указ. соч. С. 107–108.
[2] Там же С. 132.
[3] Эту процедуру можно назвать синтезом моделей M_2 и M_x.
[4] Максвелл Д. Указ. соч. С. 161.

для жидкости, но передает давление от жидкости, находящейся на другой стороне[1]. Значит, э.д.с., действующая на диэлектрик, вызывает состояние поляризации его частей. Она подобно магнитной поляризации, при этом поляризация диэлектрика в принципе может быть описана как состояние, при котором каждая частица имеет два разноименных полюса. Он предположил, что вихри могут деформироваться, вызывая небольшое смещение каждой молекулы, после чего она становится наэлектризованной положительно, а другая — отрицательно. В итоге образуется связанное с каждой молекулой электричество[2]. Отсюда нетрудно увидеть, что понятие "тока смещения" непосредственно вытекает из модели молекулярных вихрей M_2^1, так как для всех тел (и для проводников) M_2^1 одна и та же. Поэтому безразлично, появляющемуся впоследствии, магнитному полю быть ли результатом процесса поляризации диэлектрика, либо — эффектом тока проводимости. Смещение зарядов в диэлектрике Максвелл истолковал как начало тока. Все эти процессы, выраженные на соответствующем математическом языке, то приводят к упомянутому уравнению: (?)

$$rot\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j} + \frac{1}{c}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}.$$

Понятие "электротонического состояния Фарадея" было своего рода "пробным понятием" для перехода к понятию "тока смещения" Максвелла. Данный переход был невозможен без раскрытия смысла пробного понятия в наглядной модели M_2^1. Именно этот вывод сделан нами на том основании, что уже в первых двух работах Максвелл получил все свои основные уравнения, предсказывающие существование электромагнитного поля и давления света. Тем самым им проделана определенная необходимая последовательность познавательных процедур на различных этапах исследования, включая в себя конструирование иерархии наглядных механических моделей.

Переход к третьему этапу исследования явлений электромагнетизма[3] Максвелл осуществляет при помощи обобщенной модели молекулярных вихрей — M_2^2.

Сущность последней заключается в отображении при помощи молекулярных вихрей некоторой механической среды, взаимозависящие части которой "способны к определенному роду упругого смещения". Когда уже были получены основные уравнения, перед Максвеллом стала другая зада-

[1] Там же. С. 162.
[2] Максвелл Д. Указ. соч. С. 163.
[3] Максвелл Д. Динамическая теория электромагнитного поля. Максвелл Д. Указ. соч.

ча: надо было связать между собой все эти уравнения. Поэтому Максвелл не конкретизирует M_2^2 в "деталях" в духе "механицизма", отчего M_2^2 становится несколько "ненаглядной". Последняя обусловлена механизмом упругих связей, осуществляющих взаимный переход потенциальной энергии в актуальную, т.е. отчасти введением теоретического конструкта "энергия".

Переход к четвертому этапу исследования[1] у Максвелла связан с отказом от использования механических моделей. Он осуществляет вывод своих уравнений, исходя из общих аналитических положений механики Лагранжа и Гамильтона, в которых наглядность вообще отсутствует[2]. Здесь широко используются аналогии между электрическими и магнитными явлениями и основными понятиями аналитической механики.

Таким образом, нами проанализированы основные этапы методологической реконструкции по выявлению эвристической роли наглядных механических моделей в формировании теории электромагнитного поля Максвелла.

Методологическое объяснение становления электродинамики Максвелла. Теперь осуществим переход от методологической реконструкции последней к ее методологическому объяснению, опираясь на предыдущие результаты исследования.

"Метод аналогий" Максвелла есть отношение общего в предметной области электромагнитных явлений и сходного в предметной области механических явлений.

Подобные отношения задает в первых двух исследованиях иерархия наглядных моделей (M_o; M_1 и т.д.), в третьей — модель M_2^2; в четвертой — аналитическая механика в целом. Последнее обстоятельство заложило основу: 1) последующего непонимания его теории рядом физиков (Г. Герц, Г. Лоренц и др.); 2) незаконной экстраполяции метода МГ[3] и 3) утверждения А. Пуанкаре: "Максвелл не дает механического объяснения электричества. Он удовлетворяется доказательством того, что такое объяснение возможно". Такому утверждению Пуанкаре явно противоречит следующее положение из работ самого Максвелла: "В основе всех физических явлений лежат механические взаимодействия". Можно принять это положение Максвелла в качестве умозрительного принципа, полученного путем процедуры генерализации классической (аналитической) механики

[1] Максвелл Д. *Трактат об электричестве и магнетизме*. // Максвелл Д. Указ. соч.

[2] В свое время Лагранж с гордостью писал, что в его "Аналитической механике"вы не найдете ни одного чертежа.

[3] Омельяновский М. Э. Аксиоматика и поиск основополагающих принципов и понятий в физике. // Вопросы философии. 1972. № 8. С. 81.

на все физические явления. Максвелл всегда старается свести любое физическое явление (процесс) к некоторой совокупности частиц, обладающих механическими свойствами и движущихся по законам классической механики. Данный "принцип механицизма" стимулировал поиск Максвеллом наглядных механических моделей для объяснения явлений электромагнетизма.

Принцип механицизма в первых двух работах Максвелла сыграл *эвристическую* функцию, а в последних — *антиэвристическую* (в смысле редукции новой фундаментальной истинной теории к старой теории). Это, по-видимому, вызвано непониманием им того, что всякому физическому явлению неотделимо сопутствуют, отнюдь не исчерпывая всей его природы, механические явления.

Методологическая реконструкция путей построения теории электромагнитного поля показала, что Максвеллом в качестве умозрительной концепции был выбран один умозрительный принцип — принцип близкодействия, восходящий еще к Фарадею. У Фарадея же мы обнаруживаем понятие "электромагнитного поля". Это понятие получено путем замещения в теоретическом представлении о поле скоростей в движущейся жидкости ("гештальт")[1], скорости каждой частицы силовым центром ("идеал")[2] и с последующим приписыванием модели силового поля совокупности всевозможных (наблюдаемых) электромагнитных взаимодействий ("генерализация")[3].

На основе уже готового конструкта "электромагнитного поля", замещая им в умозрительном принципе близкодействия конструкт "физическое состояние или действие", Фарадей сформулировал теоретический принцип близкодействия: "наблюдаемые электромагнитные взаимодействия зависят от изменений электромагнитного поля, существующего в пространстве, окружающем заряды, токи и магниты".

Методологическая реконструкция процесса построения теории элек-

[1] С точки зрения методологии можно говорить о выборе гештальта лишь с "точностью до изоморфизма", т.е. можно говорить не о конкретном виде гештальта (о железных опилках, располагающихся по определенным кривым около магнитов и токов) (См.: Максвелл Д. Указ. соч. С. 108.), а лишь о типе гештальта (о поле скоростей в движущейся жидкости), так как указанные в скобках гештальты изоморфны друг другу. Но, в то же время, с точки зрения истории формирования электродинамики, более вероятно, что роль гештальта играло эмпирическое представление о линиях, образованных железными опилками в магнитном поле, известное сейчас каждому школьнику.

[2] Устремляя в теоретическом представлении: пробный заряд под действием силы F за время t прошел путь X, — время t к нулю, Фарадей получил идеализированное представление: "В момент времени t в точке X_o на пробный заряд действует сила f_o, имеющая определенную величину и направление". Это есть идеал "силовой центр".

[3] См.: В.П. Бранский. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов*.... С. 41. Формирование конструкта электромагнитного поля идентично формированию конструкта физической силовой линии ("концептуальная интуиция").

тромагнетизма свидетельствует о том, что в истории физики возникла интересная ситуация: эта теория строилась Максвеллом с использованием иерархии наглядных механических моделей. По существу же она нуждалась в совершенно новой основе понятий, идей и, даже наглядности. Философский принцип механицизма оказался в целом ложным и сыграл, как мы показали, антиэвристическую функцию в построении данной теории. Если уточнить, что *антиэвристическая функция* последнего в формировании электродинамики заключалась в тенденции Максвелла считать иерархию функциональных моделей M_o, M_1, M_2, $M^1{}_2$ — *иконической*. На самом деле она выполняла *эвристическую функцию* в качестве *функциональных* моделей при формировании фундаментальных понятий электродинамики Максвелла — конструктов электромагнитного поля и близкодействия.

В чисто логическом или методологическом аспекте в принципе она могла быть сформирована почти без привлечения элементов наглядности (механического вида), которые были элиминированы Максвеллом на последнем этапе. Если подойти к генезису научных теорий, в том числе к генезису последней, с точки зрения концепции методологической реконструкции, то без элементов наглядности, без преемственности некоторых общих понятий предшествующих им теорий построение их невозможно.

Проблема выбора принципа близкодействия. Общеизвестно из истории науки, что принципу близкодействия противостоит принцип дальнодействия, восходящий к ньютоновской теории тяготения. Согласно ей, сила тяготения может быть названа дальнодействующей, так как она мгновенно (независимо от времени) связывает взаимодействующие тела, и для ее вычисления не требуется никаких допущений о среде, передающей воздействие. Она была создана в противовес картезианской физике, которая объясняла движение планет существованием эфирных вихрей. Они увлекают планеты — этим самым объясняются их наблюдаемые перемещения. В некотором роде эфирная концепция реальности была основана на принципе близкодействия, отрицая существование пустого пространства. Успехи ньютоновской теории тяготения в количественном объяснении движения планет подвигли Ампера, Вебера и др., на основании аналогичности законов электро- и магнитостатики по математической форме с законом всемирного тяготения, к созданию электродинамических теорий, используя идею дальнодействующих сил[1].

Исходя из принципа дальнодействия Вебер получил ряд других законов (отличных от полученных Максвеллом), которые, однако, также хорошо описывали известный эмпирический материал. Важнейший из законов

[1] О построении И. Ньютоном КТТ (об открытии им закона всемирного тяготения) мы уже писали в первой главе данного исследования. Также мы упоминаем о нем в главе, посвященной становлению ОТО Эйнштейна.

Вебера формулируется так: “Две электрические частицы, находящиеся в движении, отталкиваются друг от друга не той же силой, как если бы они бы пребывали в покое. Эта сила испытывает некоторое изменение, зависящее от относительного движения обеих частиц, так что выражение их взаимной отталкивательной силы на расстоянии представится так:

$$\frac{e \cdot e'}{r^2}\left[1 + L\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + br\frac{d^2r}{dt^2}\right]\text{”}.$$

Как это видно из аналитического выражения закона Вебера, сила взаимодействия частиц зависит от их относительной скорости и от ускорения. Сам Максвелл замечает, что пока нет каких-либо экспериментальных данных, позволяющих предпочесть одну из двух теорий: теорию Вебера или теорию, изложенную в работе “О фарадеевых силовых линиях”.

“Электродинамика Максвелла и электродинамика Ампера-Вебера длительное время, — пишет В. С. Степин, — конкурировали как две альтернативные исследовательские программы. Победа максвелловского направления была одержана только после построения теории электромагнитного поля и экспериментального обнаружения предсказанных теорией электромагнитных волн. Но в исходном пункте в период своего формирования программа Максвелла не имела никаких преимуществ перед соперничающим с ней направлением. Более того, электродинамика Ампера-Вебера уже была развита и к этому времени получила достаточно впечатляющие результаты. Поэтому сам выбор Максвеллом альтернативной картины электромагнитных процессов был достаточно смелым исследовательским шагом”[1].

В смелом выборе принципа близкодействия в качестве теоретической программы электродинамики Максвелл руководствовался четырьмя принципами: метаэмпирическим принципом универсальности закона сохранения энергии, метаумозрительным (философским) принципом несовпадения сущности и явления, метаумозрительным (философским) принципом взаимосвязи пространства, времени и взаимодействия и метаумозрительным (философским) принципом механицизма.

Максвелл интуитивно верил, что будущая теория электромагнетизма не будет противоречить закону сохранения энергии. Этот закон сыграл селективную роль при выборе умозрительного принципа близкодействия, так как введение зависимости силы, действующей между телами, от скорости этих тел, необходимое в рамках теорий дальнодействия (закон Вебера), приводило, по мнению Максвелла, к нарушению закона сохранения энергии. Принцип универсальности закона сохранения энергии позволил

[1] Степин В. С. Становление научной теории. С. 147.

Максвеллу выбрать из двух умозрительных принципов: дальнодействия и близкодействия — второй. Говоря о другом селекторе, участвовавшем в этом выборе, об умозрительном принципе несовпадения сущности и явления, этот принцип можно сформулировать следующим образом: “В основе наблюдаемых явлений лежат ненаблюдаемые факторы”. С учетом последнего положения принцип близкодействия гласит так: “Наблюдаемые электромагнитные взаимодействия зависят от некоторого физического состояния или действия, существующего в каждой точке пространства и изменяющегося от точки к точке”. Вот это “некоторое физическое состояние” в предметной области электродинамики ненаблюдаемо.

Сторонники теорий дальнодействия (Ампер, Нейман, Вебер др.) руководствовались в своем выборе несовместимым с названным выше принципом Фарадея и Максвелла, принципом совпадения сущности и явления: “Сущность наблюдаемых явлений — сходное в этих явлениях, т.е. также наблюдаема”. Этот метаумозрительный принцип и позволяет выбрать принцип дальнодействия, так как отрицает существование любых ненаблюдаемых причин или факторов, от которых зависят наблюдаемые явления (а, стало быть, отрицает существование ненаблюдаемого фарадеевско-максвелловского “физического состояния”, лежащего в основе наблюдаемых электромагнитных явлений), и позволяет искать “наблюдаемые причины” (“наглядная причинность”[1] по Л.Б. Баженову). Но наблюдаемой (или наглядной) причиной во всевозможных явлениях взаимодействия электрических зарядов и магнитных полюсов является сила притяжения или отталкивания, действующая по прямой, соединяющей взаимодействующие тела, и, вообще говоря, зависящая от скорости. Эту-то силу и выражают в различной форме все законы дальнодействия, каждый из которых является достоверным для своей группы экспериментальных данных.

По Фарадею и Максвеллу взаимодействие электрических зарядов и магнитных полюсов представляет собой физический процесс, протекающий в пространстве между взаимодействующими телами и передающийся от одной точки пространства к другой с конечной скоростью. Значит, электромагнитное взаимодействие, как и всякое взаимодействие, происходит в пространстве и во времени. Вот это положение может быть обобщено в философско-методологический принцип взаимосвязи пространства, времени и взаимодействия. Эвристическое взаимовлияние этого принципа и принципа близкодействия просматривается весьма прозрачно, так как они не противоречат друг другу, тогда когда принцип дальнодействия же, постулируя мгновенную, независимую от времени, передачу взаимодействия на большие, практически бесконечные расстояния, противоречит этому принципу. Вот почему: мгновенность передачи взаимодействия на

[1] Баженов Л. Б. *Проблема причинности* // Философия естествознания. – М., 1966. С. 210–212

бесконечные расстояния означает, что дальнодействие происходит, иначе говоря, как бы вне (независимо от) времени и пространства. Поэтому, отсюда, ясен выбор, сделанный Фарадеем и Максвеллом в пользу принципа близкодействия.

Следовательно, выбор умозрительных принципов близкодействия и дальнодействия в качестве программных теоретических принципов соответствующих электродинамических теорий Максвелла и Ампера-Вебера напрямую связан с философскими принципами, выражающими соотношение сущности и явления и взаимосвязь пространства, времени и взаимодействия, которые в какой-то мере воплощают мировоззренческие ориентировочные установки Фарадея и Максвелла и сторонников теорий дальнодействия (Ампера, Неймана, Вебера и др.). А принцип механицизма, как мы уже ранее выяснили, оказался ложным и сыграл антиэвристическую функцию в построении максвелловской электродинамики в смысле редукции новой фундаментальной истинной теории к старой теории — классической механике.

Фундаментальное теоретическое исследование электродинамики Максвелла (формирование ее теоретической программы). Прежде чем выбрать с помощью селектора — теоретического принципа близкодействия фундаментальный теоретический закон, то этот принцип нужно довести до состояния, пригодного для использования, т.е. сопоставить конструкту “наблюдаемые электромагнитные взаимодействия” величину “сила тока”, а конструкту “электромагнитное поле” — величину “скорость”. Значит, каждому конструкту должна быть сопоставлена определенная величина с указанием способа измерения или вычисления, или хотя бы метода, посредством которого, такой способ может быть найден. Такая процедура, как мы уже знаем, может быть названа “квантификацией”[1]. В результате такой процедуры Максвелл получил квантифицированный принцип близкодействия: “Наблюдаемым силам токов соответствуют ненаблюдаемые скорости изменения электромагнитного поля”. Последний должен быть записан на искусственном языке, т.е. формализован: электромагнитное поле должно рассматриваться как динамическая система, что позволяет описать его поведение с помощью второго закона Ньютона: $F = m\frac{d^2x}{dt^2}$ или $F = \frac{dP}{dt}$; где $P = \frac{d}{dt}(mx)$. Из этих уравнений видно, что сила есть производная от импульса, а импульс пропорционален скорости $\frac{dx}{dt}$. Надо полагать, что эта скорость соответствует, согласно кванти-

[1] Бранский В.П. Указ.кн. С. 48.

фикации, наблюдаемой силе тока. Но одной координаты x, соответствующей ей скорости, импульса и силы недостаточно для описания электромагнитного поля, образованного произвольной системой токов. При этом мы исходим из обстоятельства, что поле магнита всегда можно свести к полю тока, воспользовавшись законом: $\int H_\partial dl = 4\pi i$. Теперь предстояло Максвеллу формализованный таким образом принцип близкодействия перевести на новый математический язык, который позволил бы получить аналогичные выражения для импульса, силы и энергии, описывающих электромагнитное поле произвольной системы токов. Последнему соответствует математическое описание динамической системы с произвольным числом степеней свободы. Таким образом, выбор Максвеллом математического языка аналитической механики Лагранжа и Гамильтона был заранее предрешен.

Известно из аналитической механики, что энергия динамической системы, имеющей n степеней свободы, выражается уравнением:

$$T = \frac{1}{2}P_{11}\dot{q}_1^2 + \frac{1}{2}P_{22}\dot{q}_2^2 + \ldots + P_{12}\dot{q}_1\dot{q}_2 + P_{13}\dot{q}_1\dot{q}_3 + \ldots,$$

а сила, действующая на обобщенную координату $q_к$:

$$F_k = \frac{d}{dt}\frac{dT}{d\dot{q}} - \frac{dT}{dq},$$

(где P_{kl} — коэффициенты, зависящие от координат q_1, q_2, …, q_n — обобщенные скорости, равные производной по времени от обобщенных координат). Эти выражения дают возможность определить ненаблюдаемую энергию и силы, характеризующие электромагнитное поле как динамическую систему. Следующим шагом является переход от них к математическим выражениям для наблюдаемой энергии произвольной системы токов и наблюдаемых сил, действующих в этой системе. Таким образом, была осуществлена Максвеллом процедура тождественного преобразования.

Пусть наблюдаемая система цепей с током имеет некоторое число степеней свободы; переменные x_1, x_2, x_3, …., число которых равно числу степеней свободы, определяют форму и положение цепей системы. Если вся кинетическая энергия системы была бы связана с движением этих цепей (проводников), то она была бы выражена в форме:

$$T = \frac{1}{2}(x_1x_1)\dot{x}^2 + \ldots + (x_1x_2)\dot{x}_1\dot{x}_2 + \ldots,$$

где символы (x_1x_1) и т. д. обозначают коэффициенты, механический смысл, которых в том, что они соответствуют “моментам инерции”, а символы (x_1x_2) “произведениям инерции”[1].

Но в системе проводников, по которым текут электрические токи, часть кинетической энергии связана с существованием этих токов. Пусть движение электричества будет определено набором других переменных: y_1, y_2, y_3, … Поэтому кинетическая энергия системы проводников, определяемой x_1, x_2, x_3, … по которым текут токи, определяемые переменными y_1, y_2, y_3, …, будет однородной функцией квадратов и произведений скоростей обеих систем координат, т.е. производных от x и y. Стало быть, эту кинетическую энергию T можно разделить на три части, в первой из которых — $T_м$, встречается только скорости координат x, во второй — T_l, скорости координат y, а в третьей — T_{ml} , каждый член представляет собой произведение скоростей обеих координат x и y. Отсюда:

$T = T_м + T_l + T_{ml}$

Теперь распишем каждую из трех частей кинетической энергии системы по отдельности:

$$T_m = \frac{1}{2}(x_1x_1)\dot{x}_1^2 + \ldots + (x_1x_2)\dot{x}_1\dot{x}_2 + \ldots$$

$$T_l = \frac{1}{2}(y_1y_1)\dot{y}_1^2 + \ldots + (y_1y_2)\dot{y}_1\dot{y}_2 + \ldots$$

$$T_{ml} = (x_1y_1)\dot{x}_1\dot{y}_1 + \ldots$$

Пусть J — сила, связанная с токами y (как мы помним, согласно квантификации, наблюдаемым скоростям соответствуют наблюдаемые силы тока), т. е. электродвижущая сила, имеющая индукционное происхождение. Внешняя э.д.с., которая должна действовать на цепь, чтобы уравновесить J, будет J′= -J, и по уравнению Лагранжа:

$$J = -J' = -\frac{d}{dt}\frac{dT}{d\dot{y}} + \frac{dT}{dy},$$

т.к. в $T = T_м + T_l + T_{ml}$ нет членов, зависящих от координат y, то второй член выражения для силы равен нулю, и J сводится к первому члену. Если разделить J на три части J_m, J_l и J_{ml}, соответствующие частям T, то найдем, что поскольку T_m не содержит $\dot{y}$, J_m=0. Подставляя T_l в выражение для силы получаем: $J_l = -\frac{d}{dt}\frac{dT_l}{d\dot{y}}$ (1). Здесь $\frac{dT_e}{d\dot{y}}$ является линейной функцией сил токов $\dot{y}$. Например, для $\dot{y}_1$:

[1] Тем самым мы переходим к потенциальной проверке программного принципа близкодействия *методом потенциальной дедукции*.

$$\frac{dT^{l}}{d\dot{y}_1} = \frac{d}{d\dot{y}_1}\left[\frac{1}{2}(y_1y_1)\dot{y}_1^2 + \ldots + (y_1y_2)\dot{y}_1\dot{y}_2 + \ldots\right] = (y_1y_1)\dot{y}_1 + \ldots + (y_1y_2)\dot{y}_2 + \ldots \qquad (2)$$

Следовательно, э.д.с. равна производной, взятой с обратным знаком от величины, пропорциональной силе тока, по времени. Закон индукции Фарадея утверждает, что э.д.с. индукции равна производной по времени от "электротонического состояния", величина которого пропорциональна силе тока, образующего магнитное поле. Поэтому математическое выражение (1) объясняет эмпирический закон индукции Фарадея.

Рассмотрение составляющих кинетической энергии $T_м$, T_l,T_{ml} и соответствующих этим составляющим сил, связанных как с изменением координат и скоростей x, $\dot{x}$, так координат и скоростей y, $\dot{y}$, позволяет объяснить из одного источника — с точки зрения теоретического принципа близкодействия — все известные Максвеллу эмпирические законы электромагнетизма[1].

Как известно из классической механики, производная по скорости от энергии есть количество движения: $P=\frac{dE}{d\sigma}$. Следовательно в выражении (1) величина $P=\frac{dT_l}{d\dot{y}}$ воплощает в себе ненаблюдаемое количество движения. Максвелл назвал эту величину "электрокинетическим количеством движения", по-видимому, она выражает суть "электротонического состояния". Как это видно, из выражения (2), электрокинетическое количество движения P представляет собой сумму величин, каждая из которых пропорциональна силе одного из токов, образующих исследуемую систему. Если мы имеем, в частном случае, две цепи: первичную и вторичную, и будем исследовать поле первичной цепи с помощью вторичной (как исследуют, например, электростатическое поле с помощью пробного заряда), то электрокинетическое количество движения вторичной цепи будет пропорционально току первичной цепи: $P=\mu_i$ (3).

Выражение (3) представляет собой квантифицированный, формализованный, переведенный на новый математический язык и прошедший потенциальную проверку теоретический принцип близкодействия. Таким образом, выше мы показали "механизм" формирования *теоретической программы* электродинамики Максвелла, состоящей из одного принципа — теоретического принципа близкодействия.

Проблема выбора фундаментального теоретического закона

[1] Максвелл Д. *Избр. соч. по теории электромагнитного поля*. С. 428–450. Здесь мы не приводим вывод этих законов, кроме закона индукции.

электродинамики Максвелла. Как известно, раздвоение теоретического знания на принципы и законы связано с проблемой выбора из множества новых математических структур (нового математического тезауруса) с помощью теоретического принципа фундаментального теоретического закона формирующейся теории. Это обстоятельство связано с тем, что нефундаментальный теоретический закон, объясняющий фундаментальный эмпирический закон не может быть получен дедуктивным путем непосредственно из теоретических принципов (или принципа).

Чтобы выбрать с помощью теоретического принципа близкодействия (3) фундаментальный теоретический закон, необходимо было найти независимо от (3) выражение для электрокинетического количества движения. Только в этом случае можно исключить из уравнений ненаблюдаемое P и оперировать с такими величинами, которые имеют смысл в исследуемой области. Вообще говоря, здесь имеем дело с требованием, согласно которому, теория должна оперировать с наблюдаемыми величинами (принцип наблюдаемости).

Пусть первичная цепь неподвижна и первичный ток постоянен. Тогда электрокинетическое количество движения вторичной цепи зависит только от формы и положения вторичной цепи, "так что если какая-либо замкнутая кривая принимается за вторичный контур и если избирается направление вдоль этой кривой, которое считается положительным, то величина P для этой замкнутой кривой будет определена. Если в качестве положительного направления возьмем противоположное, то знак величины P должен быть изменен на обратный"[1].

Так как P зависит от формы и положения цепи, то можно предположить, что каждый участок цепи зависит от формы и расположения только этого участка, а не от расположения других участков цепи.

Пусть вклад элемента ds в значении P будет Jds, где J — величина, зависящая от положения и направления элемента ds. Тогда значение P может быть выражено как линейный интеграл:

$$P=\int Jds \qquad (4)$$

В зависимости от формы P, выражение (4) может иметь различную форму. Теоретический же принцип (3) позволяет выбрать из (4) фундаментальный теоретический закон:

$$\mu_i = \int Jds \qquad (5)$$

Дедуктивное развертывание (5) представляет собой систему достаточ-

[1] Максвелл Д. Указ. кн. С. 452.

но громоздких выкладок[1]. Поэтому эти подробные выкладки опускаем, чтобы не перегружать текст математическими выражениями. Отметим лишь, рассмотрение интегрирования вдоль малого прямоугольного контура позволяет, прежде всего, раскрыть физический смысл величины J. Максвелл показывает, что выражение (4) может быть записано в форме:

$$P=\int F\frac{dx}{ds}+G\frac{dy}{ds}+H\frac{dz}{ds},$$

где F, G, H — представляют собой составляющие "вектора-потенциала магнитной индукции $\vec{A}$", связанного с магнитной индукцией выражением: $\vec{B}=\text{rot}\,\vec{A}$. Величина J связана, следовательно, с составляющими вектора $\vec{A}$ уравнением:

$$J=F\frac{dx}{ds}+G\frac{dy}{ds}+H\frac{dz}{ds}$$

Поэтому J есть составляющая вектора $\vec{A}$ в направлении ds. Стало быть, дедуктивное развертывание (5) приводит к получению математических выражений, совпадающих по форме с "уравнениями Максвелла". В качестве промежуточного вывода можно заметить, что фундаментальный теоретический закон (5) сводит в единство все уравнения Максвелла, делая их зависимыми в том смысле, что они выводятся из одного источника. Таким образом, теоретический принцип близкодействия считается выдержавшим потенциальную проверку и удовлетворяет правилу проблемной простоты ("правилу гордиева узла"): независимые фундаментальные проблемы оказываются связанными (уравнения Максвелла) и получают решение из одного источника.

Теоретической схемой классической электродинамики являются уравнения Максвелла, содержащие конструкты "электромагнитное поле", "ток проводимости" и "ток смещения" и выраженные на новом математическом языке векторного исчисления, который по отношению к физическому знанию времен Максвелла и Герца был новым искусственным языком. Теперь схематическое знание на стадии *гипотезы* сталкивается с проблемой интерпретации. Как мы знаем, интерпретация гипотезы состоит из трех последовательно осуществимых семантической, эйдетической и эмпирической интерпретаций. Следовательно, раскрытие физического смысла гипотезы Максвелла о существовании электромагнитных волн связано с этими интерпретациями. *Семантическая интерпретация* представляет собой раскрытие физического смысла решений волнового уравнения, вытекающего из уравнений Максвелла с помощью понятия электромагнитной волны: *эйдетическая* — переход от этого понятия к наглядному представлению об электромагнитной волне, т.е. ее графическому изображению; *эмпирическая* — взаимодействие теоретического представления об электромагнитной волне с эмпирическим представлением, например, об искровом детекторе, т.е. мысленный эксперимент Герца: участкам волнового поля с повышенной напряженностью соответствует увеличение искры, а участкам с пониженной — уменьшение искры[1].

Проблема проверки[2] электродинамики Максвелла. Прежде чем перейти к непосредственной проверке$_1$ гипотезы Максвелла о существовании электромагнитных волн, проделаем проверку$_2$ признаков, которыми были наделены некоторые исходные конструкты теории электромагнетизма Максвелла. Рассмотрим в качестве примера, как Фарадей обосновал введение конструкта силовой линии в создаваемую им теорию электромагнитной индукции. Прежние конструкты — "проводящее вещество" и "магнитные силовые линии" были перенесены Фарадеем из относительно независимых предметных областей электромагнитных явлений: магнитостатики и тока проводимости. Последние были сведены воедино в созданной Фарадеем модели электромагнитной индукции. Так, объясняя данное явление действием силовых линий на проводник, Фарадей ввел новое определение силовой линии через ее отношение к проводнику, в котором может индуцироваться ток. Подобного рода новые операционные определения вводятся с помощью процедур мысленных экспериментов[3] (МЭ), оперирующих прежними теоретическими моделями, но на базе новых идеализированных представлений о приборе. За счет конструктивного введения абстрактного объекта "силовая линия" Фарадей свел воедино ее наглядные признаки: "быть источником э.д.с." и "указывать направление силовой линии", т.е. "ориентировать определенным образом пробный магнит"[4]. Таким образом, было значительно обогащено содержание данного конструкта по отношению к первоначальному "варианту", полученному в

[1] Там же. С. 453 и далее.

[1] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов*… С.53. Также см.: *50 лет радио*. Вып. 1. – М.-Л., 1948. С. 172–173, 184–185, 199–200.

[2] Проблема проверки научной теории как бы "раздваивается": а) экспериментальная проверка ее предсказаний (проверка$_1$) и б) проверка на конструктивность вновь вводимых признаков теоретических понятий (проверка$_2$). Таким образом, первоначальное содержание конструктов, полученное в процедурах умозрительного исследования, т.е. в актах концептуальной интуиции, адаптированное и проверенное с помощью МЭ, значительно обогащается и развивается. Мы отличаем ее от концептуальной проверяемости теории, понимаемой Г. И. Рузавиным (См. Рузавин Г.И. *Научная теория.* – М.: Мысль, 1978. С. 191.). В данном случае проверяется не вся теория, а данный конкретный конструкт. Проверка$_2$ носит потенциальный характер в отличие от проверки$_1$, носящий актуальный характер.

[3] Степин В. С. Становление научной теории. С. 133.

[4] Прежние теоретические модели сохраняют все свои прежние наглядные признаки: "проводящее вещество", "способность быть проводником электрического тока" и т.д. (См.: Там же. С. 132–133).

ходе умозрительного исследования. На основе функциональной модели вихря Максвелл приходит к формулировке закона Био-Савара. При этом Максвелл выполняет МЭ следующего характера: "…он мысленно выстраивает магнитное поле в виде конфигурации замкнутых силовых линий, а затем устанавливает, что оно соответствует току проводимости определенной величины"[1]. Тем самым он сводит воедино следующие наглядные признаки конструкта "тока проводимости": "течь по проводнику и при этом вызывать различные явления, например, тепловые", а также и "вызывать магнитное поле". Переход к рассмотрению "силовых линий в точке" послужил причиной появления конструктов "электрическая и магнитная напряженность в точке". Проверка последних производится в МЭ, описанном Эйнштейном и Инфельдом[2]. Не будем далее останавливаться на проверке$_2$ других конструктов, производных от конструкта "электромагнитного поля".

Перейдем к проверке$_1$ предсказания максвелловской теории электромагнитного поля. Мы уже писали о том, что семантическая интерпретация является ни чем иным, как раскрытием смысла решений уравнений Максвелла с помощью понятия электромагнитной волны. Далее: графическое изображение в полярных координатах распределения линий электрической силы в пространстве (Герц, 1888 г.) дает наглядное представление о распространении поперечной электромагнитной волны со скоростью света от излучателя. Оно составляет содержание эйдетической модели наглядного истолкования гипотезы Максвелла.

В свое время Максвелл, получив из своих уравнений волновые уравнения, не перешел от них к новым наглядным образам — типа искры при помещении в определенной точке пространства искрового детектора. Тем самым он не смог (или не взялся) интерпретировать волновые решения своих уравнений, что может быть объяснено в некотором роде "нехваткой" творческого воображения в создании и выборе наглядных образов, участие которых в эйдетической и эмпирической интерпретациях теоретической схемы (и гипотезы) обязательно. Так как интуитивные процессы носят явно нелогический характер, то эти образы нельзя получить дедуктивно из теоретической схемы электродинамики.

После проведения соответствующих интерпретаций полученных Максвеллом теоретических результатов, Герц создал так называемый "вибратор" для генерирования очень быстрых переменных токов и для обнаружения колебаний электромагнитных волн он применял резонатор (сначала в форме прямоугольника, позже — окружности) с искровым промежутком. Первые опыты Герца свидетельствовали о влиянии диэлектрика на "индукционные" процессы и устанавливали наличие "связи между электродинамическими силами и диэлектрической поляризацией". Последующие опыты, связанные с обнаружением стоячих электромагнитных волн, окончательно подтвердили теорию Максвелла.

[1] Степин В. С. Указ.кн. С. 133.

[2] Эйнштейн А. и Инфельд Л. *Эволюция физики*. – М.-Л.: Гостехиздат, 1948. С. 138.

Все вышеизложенное касается проблемы проверки одного из основных предсказаний теории Максвелла: существования электромагнитных волн. Мы не будем здесь касаться проверки$_1$ другого ее предсказания: существования давления света. Давление света на твердые тела было открыто П. Лебедевым (1901 г.), а спустя десять лет он же открыл давление света на газы. После того, как Герц и Лебедев подтвердили основные предсказания гипотеза Максвелла становится новой *истинной фундаментальной физической теорией.*

В конкурентной борьбе электродинамических теорий, построенных на альтернативных теоретических принципах дальнодействия и близкодействия, т.е. между теориями Ампера-Вебера и Максвелла, взяла вверх последняя. Таким образом, подтвердилась правильность выбора Максвеллом принципа близкодействия в качестве программного принципа классической электродинамики.

ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЯ А.ЭЙНШТЕЙНА И РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЫБОРА ПРИНЦИПОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (СТО)

Эволюция электродинамики движущихся тел (от Герца до Пуанкаре). Как известно, исходными принципами "предпосылками"[344] СТО являются специальный принцип относительности и принцип инвариантности (постоянства) скорости света[2]. Названные выше релятивистские принципы СТО образуют ее теоретическую программу на стадии фундаментального теоретического исследования.

Рассмотрим сначала построение А. Эйнштейном СТО. Как пишет сам Эйнштейн: "Распространение электродинамики движущихся тел выпало

[1] Эйнштейн А. *Собр. научн. трудов* (СНТ). Т. 1. С. 8. Кроме трудов Эйнштейна, Лоренца и Пуанкаре в реконструкции выбора СТО, нами использованы результаты известных исследований историков физики: Ф. Розенбергера, Н.А. Любимова, П.С. Кудрявцева, Б.И. Спасского, Я.Г. Дорфмана и др.; физиков: А.Д. Александрова, Д.И. Блохинцева, С.И. Вавилова, В.Л. Гинзбурга, Л.И. Мандельштамма, А.З. Петрова и др.; философов науки: отечественных философов и методологов науки — В.П. Бранского, П.С. Дышлевого, Б.Г. Кузнецова, Ю.Б. Молчанова, М.В. и А.М. Мостепаненко, Р.М. Нугаева, М.Э. Омельяновского, Э.М. Чудинова и др. и зарубежных: Г. Грюнбаума, Г. Рейхенбаха, А. Пайса, Д. Холтона и др. В качестве наиболее полного метаэмпирического исследования истории формирования релятивистской физики (СТО и ОТО) нами выбрана книга: Пайс А. *Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна*. – М., 1989. Поэтому в нашем тексте будут часто встречаться ссылки на эту книгу.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 12.

на долю многочисленных последователей Максвелла"[1] Впервые уравнение электродинамики движущихся тел предложил Г. Герц в 1890 г. При этом он опирался на гипотезу увлекающуюся движущими телами эфира. В соответствии с этой гипотезой он видоизменил два уравнения Максвелла, выбрав вместо обычных производных так называемые субстанциональные производные. "Но теория Герца противоречила фундаментальному эксперименту Физо по распространению света в движущейся жидкости"[2]. По Эйнштейну: "Выход из положения указал Г.А. Лоренц". По Лоренцу, существует всюду неподвижный эфир, в котором движутся электрические заряды. В эфире распространяется электромагнитное возмущение, создаваемое зарядами и, в свою очередь, действующее на заряды. На этом основании он получает новые уравнения для движущихся сред[3], которые для неподвижных сред при усреднении превращаются в обычные уравнения Максвелла. В отличие от Герца Лоренц применил развитую им теорию к оптическим явлениям в движущихся телах. За исключением результатов опыта Майкельсона, он объяснил все известные экспериментальные факты (Физо (1853), Респиги и Гука (1858), Клинкерфюса (1870), Роуленда (1876), Рентгена (1885), Троутона и Нобла (1903) и др.). Что касается опыта Майкельсона, то Лоренц как раз и предложил гипотезу сокращения[4]. Стало быть, теория Лоренца (1895 г.) была явно предпочтительна перед теорией Герца, что впоследствии подтвердилось в экспериментах А.А. Эйхенвальда[5].

В 1900 г. Дж. Лармор сделал следующий шаг в развитии электродинамики движущихся сред. Он, как и Лоренц, рассматривал электромагнитные и оптические явления в движущихся телах с позиции электронной теории, к развитию которой он имел отношение. Лармор считал, что все тела состоят из заряженных частиц, которые являются особыми точками неподвижного эфира. Силы, действующие между частицами, имеют электромагнитное происхождение и подчиняются уравнениям Максвелла. Как и Лоренц, Лармор — сторонник гипотезы сокращения в интерпретации

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 4. С. 99.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 99.

[3] Уже в 1887 г., задолго до Лоренца, Вольдемар Фогт получил преобразование Лоренца с точностью до масштабного множителя. Как пишет А. Пайс: "Похоже, однако, что в течение длительного времени Лоренц не подозревал о преобразованиях Фогта". Очевидно, Лоренц независимо от Фогта пришел к преобразованиям, носящим его имя. Бытует также предположение, что и Лармор раньше Лоренца получил эти преобразования (Со слов А. Фоккера (См.: Пайс А. Указ.кн. С. 124.)).

[4] Лармор вывел преобразования Лоренца и первым (до Лоренца) связал гипотезу сокращения с этими преобразованиями. Тремя годами раньше Лоренца (в 1883 г.) ирландский физик Д. Ф. Фицджералд в своей статье "Эфир и атмосфера Земли", опубликованной в американском журнале "Science", первым предположил гипотезу сокращения, носящей сейчас имя "гипотеза сокращения Фицджералда-Лоренца".

[5] Спасский В.И. *История физики*. – М.: Высшая школа, 1977. Т. II. С. 162–164.

опыта Майкельсона. С помощью математического метода преобразования координат, времени и полей для эфира он обосновывает гипотезу сокращения, при котором уменьшается расстояние между зарядами в $1/(1-\beta^2)^{1/2}$ раз[1].

Под воздействием новых опытов (Релея (1902), Бреса (1904), Троутона и Нобла (1903) и др.) и с учетом результатов теории Лармора Лоренц обобщает ранее разработанную теорию путем введения двух гипотез: 1) он считает, что размеры всех частиц изменяются в направлении своего движения в $1/(1-\beta^2)^{1/2}$ раз и 2) Он полагает, что все силы, которые действуют между частицами, образующими тело, также изменяются соответствующим образом. Таким образом, он спасает концепцию эфира от окончательного краха.

Позже Анри Пуанкаре обратился к проблемам, рассмотренным выше. В отличие от Лоренца Пуанкаре сразу исходил из принципа относительности, который он распространил на оптические явления. В 1905 г. исходя из принципа относительности он уточнил формулы преобразования Лоренца и показал полную инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца (он так их назвал). Следуя принципу относительности как общему закону природы, Пуанкаре и пришел к необходимости исправления преобразований Лоренца для плотности зарядов и скорости. В последующем Пуанкаре на основании принципа относительности выбирает математический аппарат теории относительности, который устанавливает, что преобразования Лоренца образуют группу[2]. Далее он показывает, что при преобразованиях Лоренца величина "интервала" $x^2+y^2+z^2-c^2t^2$, а также значение E^2-H^2 остаются инвариантными, т.е. он вводит в рассмотрение четырехмерное пространство до Г. Минковского. В этом пространстве Пуанкаре представляет группу как поворот осей. Более того, Пуанкаре предвосхищает ОТО Эйнштейна, предполагав влияние принципа относительности на теорию гравитации, выражающем в конечности скорости распространения силы тяготения и что скорость эта должна рав-

[1] Там же. С. 162.

[2] Как пишет известный исследователь творчества А. Эйнштейна А. Пайс: "Однако почти наверняка еще до 1905 г. Эйнштейн знал о парижском выступлении Пуанкаре 1900 г. и читал замечания о Пуанкаре 1898 г. об отсутствии интуитивного понимания равенства двух интервалов времени. До 1905 г. Эйнштейн вместе с друзьями по "Академии Олимпия" читал некоторые из работ Пуанкаре общего характера: "В Берне мы вместе с К. Габихтом и Соловиным регулярно устраивали вечера, где читали и обсуждали произведения философов, главным образом Юма… Чтение Юма, а также Пуанкаре и Маха оказали определенное влияние на мое развитие" (См.: Пайс А. Указ. кн. С. 131–132). Как известно, в своем парижском выступлении Пуанкаре указал, что отсутствие свидетельств движения относительно эфира должно проявляться для членов любого порядка по v/c и в своей книге "Наука и гипотеза" он пишет пассаж, имеющий непосредственное отношение к СТО: "Не существует абсолютного времени; утверждение, что два промежутка времени равны, само по себе не имеет смысла, и можно принять его только *условно"*.

няться скорости света.

Еще в 1898 г. Пуанкаре обратил внимание на вопрос измерения времени и понятие одновременности событий[1]. До Пуанкаре понятия направления времени, равномерного его течения и понятие одновременности событий пока еще не подвергались научному анализу. В основе этих понятий лежали интуитивные представления, основанные на здравом рассудке. Пуанкаре рассматривает различные способы течения времени и одновременности для удаленных событий, включая случай использования световых сигналов. Здесь он указывает, что для определения одновременности двух удаленных событий надо принять постулат постоянства скорости света во всех направлениях. Это именно постулат, так как он принимается без экспериментального доказательства. Вот почему: при измерении скорости света в направлениях "туда и обратно" мы по существу измеряем среднюю скорость, которая не доказывает и не опровергает. В результате, по Пуанкаре, существует произвол в определении одновременности двух удаленных событий, т.е. одновременность относительна. Для того чтобы устранить этот произвол, вводят постулат постоянства скорости света в различных направлениях, как наиболее простое предположение. "Одновременность двух событий или порядок их следования, равенство двух длительностей, — пишет А. Пуанкаре, — должны определяться таким образом, чтобы формулировка законов природы была бы настолько простой, насколько это возможно. Другими словами, все эти определения являются лишь плодом неосознанного соглашения"[2]. В статье "Настоящее и будущее математической физики" (1904) мы находим у Пуанкаре рассуждения, которые в некоторой степени изоморфны рассуждениям А.Эйнштейна в его знаменитой статье "К электродинамике движущихся тел": у Пуанкаре и у Эйнштейна часы, подлежащие сверке с помощью световых сигналов находятся в пунктах А и В; потом система отсчета, связанная с последними приводится в движение и т.д. Таким образом, мы видим, как близко подошел Пуанкаре к открытию СТО[3]. Однако не до конца проанализировал

[1] "В 1905 г. Эйнштейн и Пуанкаре независимо и почти одновременно (с интервалом в несколько недель) установили групповые свойства преобразования Лоренца, — пишет А. Пайс, — и сформулировали теорему сложения скоростей. Тем не менее, ни Лоренцу, ни Пуанкаре не удалось создать СТО, они слишком глубоко увязли в динамических соображениях. Лишь Эйнштейн разглядел критически важный новый момент: от динамического эфира необходимо отказаться в пользу новой кинематики, основанной на двух новых постулатах. Лишь он увидел, что преобразования Лоренца-Фицджералда могут быть выведены из кинематических соображений". (См.: Пайс А. *Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна.* С. 29.).

[2] Пуанкаре А. *Избранные труды.* Т. 3. – М.: Наука, 1974. С. 428.

[3] Как утверждает А. Пайс: "Итак, Эйнштейн не знал о работе Пуанкаре, посвященной принципу относительности до 1908 г." (См.: Пайс А. Указ.кн.С.180.), хотя уже упомянули ранее, он был знаком с книгой Пуанкаре "Наука и гипотеза", оказавшей особое влияние на Эйнштейна. Стало быть, каждый из них своим путем пришли к теоретической программе СТО.

понятие одновременности: различая "истинное время" и "местное время", он считал возможным использовать понятие абсолютного движения (относительно неподвижного эфира).

Постановка проблемы выбора СТО. Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что в 1905 г. в теоретической физике сложилась своеобразная селективная ситуация: с одной стороны в качестве альтернативы противостояли СТО Эйнштейна теории Герца, Лармора, Лоренца и Пуанкаре. Хотя можно заметить, что теория относительности в том виде, которую изложил в названной ранее статье Пуанкаре, нельзя отнести к альтернативе СТО. Скорее всего, она вместе с СТО является альтернативной перечисленным выше теориям, т.к. структура теории относительности Пуанкаре изоморфна и совпадает со структурой СТО в самых главных элементах: во-первых, в сущности в них одна и та же теоретическая программа (специальный принцип относительности и принцип постоянства скорости света) и во-вторых, один и тот же математический аппарат, т.е. преобразования Лоренца. Что касается математического аппарата СТО, он явно "отставал" от "математической одежды" теории Пуанкаре и это "отставание" было устранено в представлении Г. Минковского о четырехмерном пространственно-временном многообразии позже (1908 г.). Обе теории построены Пуанкаре и Эйнштейном независимо друг от друга, т.к. идеи относительности и постоянства скорости света давно "витали в воздухе". Эта селективная ситуация очень напоминает ту же ситуацию, которая сложилась в XIX в. в геометрии накануне создания неевклидовых геометрий Гаусса, Лобачевского и Больяи.

По поводу остальных альтернативных СТО теорий можно утверждать по порядку упомянутому ранее нижеследующее. Что касается отношений между теорией Герца и Лоренца, то предпочтение в выборе отдано теории Лоренца 1895 г. (эксперименты Эйхенвальда). В свою очередь, теория Лармора, исходящая из электронной теории и неподвижного эфира, на наш взгляд, является типичной фрагментной теорией по отношению к более развитой электронной теории Лоренца 1904 г. Отсюда ясен выбор в пользу последней, что и был сделан научным сообществом.

Стало быть, подлинной альтернативой СТО на самом деле является теория Лоренца 1904 г., не считая теорию относительности Пуанкаре, т.к. она является в некотором роде "двойником" СТО и стоит особняком. Теперь приступим к реконструкции процесса смены научных теорий: разрешения селективной ситуации между теориями Лоренца и Эйнштейна[1].

[1] Р.М. Нугаев предложил новую теоретическую реконструкцию перехода "Лоренц-Эйнштейн", в которой СТО и ОТО являются релятивистской подпрограммой наряду с квантовой, образующие единую исследовательскую программу объединения механики и электродинамики (См.: Нугаев Р.М. *Реконструкция процесса смены фундаментальных научных теорий.* – Казань: Изд-во КГУ, 1989. С.

Эвристическая роль философских принципов в выборе теоретической программы СТО. Поводом для создания СТО явились упорные размышления Эйнштейна над проблемой влияния движения тел на электромагнитные явления. Эйнштейн пришел к выводу, что в отношении электромагнитных явлений все инерциальные системы координат совершенно равноправны, т.е. принципу относительности.

В своей работе "К электродинамике движущихся тел" Эйнштейн в отличие от своих предшественников (Герца, Лоренца, Лармора и Пуанкаре) с самого начала отказывается от гипотезы эфира[1]. Неприемлемость гипотезы эфира, по Эйнштейну, вытекает из мысленного эксперимента магнита с витком проводника [2].

Отказ от гипотезы эфира оказывается также необходимым для согласования принципа инвариантности скорости света со специальным принципом относительности. Здесь речь идет о физической бессодержательности скорости тела относительно эфира, иначе говоря, — скорости эфира. Если пространство перестает быть средой, точки которой обладают скоростью относительно тела, то теряет смысл старое интуитивное представление одновременности. Наглядным образом последней могут служить начало или прекращение движения концов параллельно переносимого абсолютно твердого стержня в "одно мгновение абсолютного времени". Одновременность эта уникальна, принадлежа к одному и тому же "поперечному сечению Вселенной"[3].

Названные выше два программообразующих принципа СТО не были дедуцированы из философских принципов, а выбраны с помощью методологических принципов, т.е. онтологических принципов доведенных до "состояния, пригодного для использования" (Эйнштейн): наблюдаемости и простоты.

В свою очередь, принцип наблюдаемости является гносеологическим следствием онтологического принципа причинности, спущенного с предельно абстрактного уровня, "Олимпа априорности" (Эйнштейн), на ниву естествознания. Иными словами, спуск с "Олимпа априорности" или процесс "доведения до состояния, пригодного для использования" принципа причинности производится, опираясь на следующие рассуждения.

186.).

[1] Для объяснения природы электромагнитного поля было построено около 100 моделей эфира.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. I. С. 143.

[3] На фундаментальность понятия одновременности в формировании релятивистской физики указывают Л.И. Мандельштамм (Мандельштамм Л.И. *Лекции по теории относительности и квантовой механике.* – М.: Наука, 1972.), Г. Грюнбаум (Грюнбаум Г. *Философские вопросы пространства-времени.* – М.: Прогресс, 1969), Ю.Б. Молчанов (Молчанов Ю.Б. *О различных смыслах отношения одновременности (К истории вопроса)* // Эйнштейновский сборник. – М.: Наука, 1968.) и Э.М. Чудинов (Чудинов Э.М. *Природа научной истины.* – М.: Политиздат, 1977).

Принцип причинности лежит в основе любого научного объяснения. В качестве причины явления А (например, пространство, заполненное неподвижным эфиром — представление теории Лоренца) может быть указано лишь принципиально наблюдаемое явление Б (например, скорость эфира или "эфирный ветер" на Земле), причем под последним понимается такое явление которое можно наблюдать независимо от А (в нашем случае, от неподвижного эфира). Отсюда, некоторое высказывание о существовании объекта является бессмысленным, если сам объект или "форма проявления" объекта принципиально не наблюдаемы. "Принцип причинности только тогда имеет смысл суждения о явлениях в мире опыта, когда в качестве причин и следствий в конечном счете оказываются лишь наблюдаемые факты"[1]. Следовательно, требование наблюдаемости теоретических конструктов формулировалось радикально, имея целью изгнание из теории всех ненаблюдаемых величин. В качестве критерия, позволяющего определить целесообразность введений теоретических, т.е. умозрительных конструктов в теоретическую систему, первоначально возник принцип наблюдаемости в философии махизма, как требование вводить в теорию только понятия, имеющие статус "наблюдаемых". Махистская трактовка "наблюдаемых", как известно, сводилась к данным непосредственного чувственного опыта, т.е. простой комбинации совокупностей ощущений, что не оправдало себя в современной науке. В ней сама наблюдаемость трактуется не как чувственная воспринимаемость, а операционалистически — как измеримость. Из изложенного выше принцип наблюдаемости запрещает физику пользоваться конструктами принципиально ненаблюдаемых объектов, которых нельзя обнаружить в реальном мире; на основании этого Эйнштейн отверг понятие эфира и связанную с ним лоренцевскую концепцию сокращения.

Заслуга Эйнштейна заключается в том, что он применил принцип наблюдаемости на пространственно-временные понятия, прежде всего на понятие одновременности — к анализу которого мы и переходим.

Условие одновременности двух пространственно разделенных событий задается Эйнштейном утверждением дефинициального характера: "Последнее (понятие одновременности — Д.О.), - писал он, - можно установить, вводя определение, что "время," необходимое для прохождения из А в В, равно "времени", требуемому для прохождения из В в А. Пусть в момент t_A по "А — времени" луч света выходит из А в В, отражается в момент t_B по "В — времени" от В к А и возвращается назад в А в момент t_A по "А — времени". Часы в А и В будут идти, согласно определению, синхронно, если $t_B - t_A = t_A - t_B$"[2]. Отсюда, чтобы определить одновременность

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. I. С. 455.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. I. С. 9.

двух событий, недостаточно знать время одного (“А — время”) и время другого (“В- время”); необходимо знание общего для этих двух событий времени. Стало быть, одновременным событием отражения сигнала в точке В будет такое событие в А, которое произойдет ровно посредине промежутка времени, разделяющего события отправления и его возвращения в точку А[1].

В предложенной Эйнштейном процедуре определения одновременности речь идет о реальных эмпирически фиксируемых событиях и отношениях. Понятие одновременности определяется путем описания наблюдательных процедур, с помощью которых фиксируются наглядные признаки (определение носит операциональный характер).

Последние достоверны и эмпирически обоснованы. При формировании данного понятия, кроме указанных признаков, по свидетельствам самого Эйнштейна, участвуют следующие наглядные образы: жесткие неподвижные стержни означают координаты, как результаты определенных измерений ими (заданная инерциальная система отсчета). Часы, закрепленные неподвижно относительно инерциальной системы, определяют местное время. Совокупность местных времен всех пространственных точек составляет “время”, относящееся к выбранной инерциальной системе, если, кроме того, дан способ “сверить все эти часы между собой”[2].

Несмотря на все вышеизложенное, эйнштейновское понятие одновременности имеет умозрительную (интуитивную) природу. Согласно Эйнштейну, “…понятие периодического процесса предшествует понятию времени, когда занимаются выяснением происхождения и эмпирического содержания понятия времени”[3]. Отсюда следует взять исследователю в качестве “идеала” периодический физический процесс любой природы, совершающийся в точке (по Эйнштейну: достаточно малых “пространственных размеров”). Процедура идеализации заключается в устремлении последних к нулю, в результате которого получается “идеал” — базисные часы. Роль гештальта у Эйнштейна сыграло представление о двух твердых стержнях (покоящемся и движущемся), причем один из них равномерно движется вдоль оси X со скоростью $\vec{v}$. Замещая в стержнях каждую точку базисными часами, можно получить умозрительную модель местного времени[4]. Подвергая эту модель универсальной генерализации, т.е. припи-

[1] Сигнальная процедура установления одновременности не была оригинальной, как ранее нами упомянуто, она уже рассматривалась в статье А. Пуанкаре “Измерение времени” (1898 г.) См.: (*Принцип относительности. Сб. работ по СТО*. – М.: Атомиздат, 1973. С. 12–21.). Определение одновременности, по Пуанкаре, есть лишь результат неосознанного соглашения.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 278–279.

[3] Там же. Т. I. С. 207.

[4] Для определения одновременности часы синхронизируются с помощью световых сигналов. В так называемой неопубликованной моргановской рукописи 1921 г. Эйнштейн указывает, что

сывая ее всем возможным системам отсчета, движущимся относительно друг друга инерциально, можно придти к умозрительному понятию релятивистской системы отсчета. Следовательно, в СТО с инерциальной системой отсчета связывается декартова система пространственных координат и определенная система синхронизации часов. Как следствие способа синхронизации часов (или сигнального определения одновременности) у Пуанкаре (1898 г.) и Эйнштейна (1905 г.) в различных инерциальных системах отсчета вытекает вывод о том, что “…не следует придавать абсолютного значения понятию одновременности”[1]. Относительность одновременности приводит к отказу от наглядных представлений пространственных и временных интервалов, не зависящих от инерциальной системы отсчета[2]. Наглядное представление об уникальности времени во Вселенной становится, таким образом, ненаглядным. Также ненаглядными становятся и такие свойства тел, как объем, форма, температура, масса и др., приобретающие относительный характер в движущихся инерциальных системах отсчета. Все сказанное выше составляет содержание следствий СТО.

Понятие ППВМ Г. Минковского и его формирование. Центральным понятием СТО, из которого можно дедуктивно вывести понятие относительности одновременности, является понятие псевдоевклидова пространственно-временного многообразия Г. Минковского (ППВМ). Формирование этого понятия для нас представляет интерес в том плане, что оно — не исключение: ППВМ — продукт умозрительного исследования.

Система координат x, y, z, ct называется в СТО лоренцовой системой и образуется таким образом: в качестве пространственных координат принимаются декартовы координаты, а в качестве временной координаты — величина “местное время”, умноженная на скорость света c.

Исходными для формирования ППВМ являются, по Минковскому, следующие понятия: “мировая точка”, “мировая линия” и “мир”. В свою очередь, “мировая точка” представляет собой положение в пространстве и во времени некоторого события (по Минковскому, “субстанциональная точка”[3]) с протяженностью l и длительностью t, которыми можно пренебречь. Следовательно, данное понятие (368) — результат процедуры идеализации (“абстракции потенциальной осуществимости”). С помощью кон-

характеристики стержней и часов должны удовлетворять требованиям: 1) однородности, т.е. не зависят ни от их положения, ни от хода времени, а лишь от способа движения; 2) изотропности, т.е. не зависят от направления и 3) не зависят также от предыстории движения. Здесь мы обнаруживаем у Эйнштейна дополнительные предположения к процедуре идеализации при построении им умозрительной модели местного времени. (См.: Пайс А. Указ. книга. С. 137.).

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. I. С. 11.

[2] Имеются в виду релятивистские эффекты “сокращения длин” и “замедления времени”.

[3] “Чтобы не говорить о материи или электричестве, — пишет Минковский, — я буду пользоваться словом субстанция для обозначения этого объекта” (См.: *Принцип относительности*. С. 183.).

цептуальной интуиции можно перейти к понятию “мировой линии”: гештальтом здесь является образ любой геометрической линии, а идеалом “мировая точка”, замещая каждую точку геометрической линии идеалом, получим умозрительную модель и понятие “мировой линии”[1]. Понятие “мира”, по Минковскому, образуется на стадии следующих умозрительных процедур: замещая в эмпирическом представлении трехмерного пространства (гештальт) каждую точку или линию соответственно “мировой точкой” или “мировой линией” (идеалом), получаем модель пространства событий или “мир” как совокупность всех мыслимых точек или мировых линий. “Весь мир, — пишет Минковский, — представляется разложенным на такие мировые линии, и мне хотелось бы сразу отметить, что, по моему мнению, физические законы могли бы найти свое наисовершеннейшее выражение как взаимоотношения между мировыми линиями”.[2] Приписывая содержание модели “мира” по Минковскому, в “одно и то же время в одном и том же отношении” четырехмерной лоренцевой системе координат (“генерализация”), получаем конструкт “четырехмерный пространственно-временной мир” (или “многообразие”). Методологический принцип симметрии в формулировке Минковского — “наисовершеннейшее выражение физических законов” (т.е. инвариантное выражение последних) — позволяет выбрать метрику данного четырехмерного пространственно-временного многообразия. Минковский (а до него Пуанкаре) исходил из сходства инвариантной формы евклидовой геометрии для квадрата расстояний между двумя бесконечно близкими точками:

$dr^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2$

с инвариантом преобразований Лоренца:

$dS^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2t^2$.

Паункаре в свое время заменил время t переменной $\tau = ict$ (иными словами, помножив t на c и на i). А Минковский пользовался вещественной формой $\tau = ct$ и ставил множитель i перед τ. Тогда инвариант преобразования Лоренца принимает вид:

$dS^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + \tau^2$,

или, если обозначить x, y, z и τ соответственно через x_1, x_2, x_3 и x_4:

$$dS^2 = \sum_{\mu,\nu=1}^{4} g_{\mu\nu} dx^{\mu} dx^{\nu},$$

где $g_{\mu\nu}=1$, если $\mu=\nu$, и $g_{\mu\nu}=1$, $\mu\neq\nu$.

Учитывая обстоятельство замены вещественной координаты t мнимой τ, четырехмерное пространственно-временное многообразие назвали

[1] Форма “мировой линии” не зависит от системы отсчета в отличие от формы пространственной траектории.

[2] *Принцип относительности*. Сб. работ по СТО. С. 168.

ППВМ[1]. Иначе говоря, теоретический принцип СТО — инвариантности скорости света (совместно со специальным принципом относительности) приводит к заключению, что реальное пространственно-временное многообразие является псевдоевклидовым.

В псевдоевклидовом мире инвариантом группы Лоренца является квадратичная форма четырехмерных координат; поэтому теория инвариантов группы Лоренца как математический аппарат СТО принимает форму четырехмерного тензорного и векторного исчисления[2].

Проблема выбора количественной программы СТО. Специальный принцип относительности в качестве физического селективного критерия — физического “селектора” позволил Пуанкаре и Эйнштейну выбрать инвариантную форму законов относительно перехода от одной инерциальной системы к другой. Эта инвариантность проявляется в ковариантности уравнений (обратное, однако, неверно) при преобразованиях лоренцевой системы координат:

$x_\mu \rightarrow x'_\mu$, $F(x_\mu) = 0 \rightarrow F(x_\mu) = 0$.

Следовательно, ковариантность физических уравнений относительно преобразований Лоренца:

$$x'_\mu = \sum_{\nu=1}^{4} \wedge_{\mu}^{\nu} x_y,$$

оставляющими интервал dS^2 инвариантным, является математической “одеждой” специального принципа относительности. Суть этого принципа заключается в утверждении, что движение инерциальной системы не влияет на ход явлений в ней, и, следовательно, никакими физическими опытами, производимыми внутри такой системы, “…физик, вооруженный всеми мыслимыми приборами” (А.Эйнштейн) не отличит состояние неускоренного движения от состояния покоя, т.е. в них все физические процессы протекают одинаково[3]. Здесь принцип относительности обосновывается эмпирически (“приборно”) — с помощью принципа наблюдаемости. Если теоретически, то он обосновывается с помощью принципа симметрии. В несколько более общей форме этот принцип можно высказать и так: “За-

[1] Иными словами, в четырехмерном пространственно-временном мире метрика соответствует той метрике, которая характерна для евклидова трехмерного пространства и преобразования Лоренца соответствуют ортогональному преобразованию в евклидовом трехмерном пространстве.

[2] “Так началось великое формальное упрощение СТО, вначале это не произвело на Эйнштейна большого впечатления, — как пишет А. Пайс,— он счел запись своей теории в тензорной форме “излишней ученостью” (Эйнштейн сказал это В. Баргману), однако в 1912 г. он усвоил тензорные методы, — продолжает А. Пайс, — а в 1916 г. выразил признательность Минковскому за то, что тот значительно облегчил переход от СТО к общей теории относительности (См.: Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 452.)”. (См.: Пайс А. Указ. кн. С. 148).

[3] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 396.

коны природы, которые замечает наблюдатель, оказываются *независящими* от его состояния движения"[1]. Таким образом, пространственные и временные координаты должны входить релятивистски ковариантные уравнения "симметрично", т.е. характер зависимости от t левой части уравнения F(x,y,z,t) =0 должен быть таким же, как характер зависимости от x, y, z. А. Эйнштейн часто повторял, что физическая теория должна удовлетворять двум селективным критериям — "внутреннего совершенства" и "внешнего оправдания" (в смысле экспериментальной проверяемости теории).

"…Теория представляется нам тем совершеннее, чем проще положенная в ее основу "структура" поля и чем шире та группа, относительно которой уравнения поля инвариантны"[2]. Иначе говоря, методологические принципы простоты, симметрии (и связанный с ними критерий красоты или "элегантности") и др., в совокупности образуя "внутреннее совершенство" СТО, в качестве селекторов сыграли свою роль не только в выборе математического аппарата релятивистски ковариантных уравнений как количественную программу СТО, но и его программных принципов. При этом надо заметить, что стоит обратить внимание на большую эвристическую роль математических закономерностей, занимаясь поиском адекватной количественной программы для новой теории. Из множества возможных количественных моделей выбирают те, которые соответствуют упомянутым закономерностям (условиям ковариантности уравнений СТО), и отбрасывают противоречащие им. При этом Эйнштейн в отличие от Лоренца и Пуанкаре выяснил физическую сущность новой симметрии, обосновав тем самым ее универсальность и фундаментальный характер. Математический формализм СТО в форме преобразований Лоренца и модифицированный Лармором с применением двух преобразований координат, времени и полей (1900 г.) существовал в готовом виде до Пуанкаре и Эйнштейна. В свою очередь, количественная реализация новой программы СТО потребовала дальнейшей модификации самих преобразований Лоренца до установления Пуанкаре групповых свойств последних. Они представляют собой релятивистскую группу Лоренца-Пуанкаре, которая может рассматриваться как группа движений четырехмерного псевдоевклидового пространства-времени. В этом смысле, как мы ранее заметили, Пуанкаре предвосхищает результаты исследований Минковского, который развил теоретико-инвариантную формулировку СТО. Далее Минковский наметил такую же программу и для классической механики как теории инвариантов соответственно группе Галилея-Ньютона.

Проблема экспериментальной проверки СТО. Подтверждение принципов СТО, обладающих аксиоматической полнотой, равносильно подтверждению всего объема данной теории. Проверка исходных двух принципов СТО должна обеспечивать и проверку лоренц-инвариантности, как следствие последних. Как известно, требование лоренц-инвариантности законов в одной системе отсчета является математическим выражением релятивистской механики. Оно эквивалентно двум основополагающим принципам СТО. Итак, для проверки СТО нет необходимости экспериментально воссоздавать движущуюся с околосветовой скоростью относительно Земли инерциальную систему отсчета (СО). Достаточно переписать законы в одной инерциальной СО и убедиться, что они при этом лоренц-инвариантны.

Хорошее подтверждение в одной СО получает СТО в процессах соударения элементарных частиц. Если импульсы частиц постоянные величины (P_i=const), то частицы движутся с релятивистскими скоростями инерциально. Поэтому, проверка вида лагранжиана для свободных частиц должна состоять в проверке законов сохранения момента и центра инерции. Содержание сказанного выше представляет суть *семантической* интерпретации для случая со свободными частицами. А *эйдетическая* интерпретация заключается в построении теоретической модели соударения движущейся частицы с неподвижной частицей равной ей массы ($m_{дв} = m_o$ — масса покоя), из семантической интерпретации следует угол разлета $\angle\theta$ после их столкновений будет острым (условие, создающее возможность для графического изображения в полярных координатах $\angle\theta<\pi$). Выполнение МЭ с подобной теоретической моделью, т.е. мысленного взаимодействия ее с эмпирическим представлением о камере Вильсона (к примеру) составит суть *эмпирической* интерпретации для данного конкретного случая столкновений частиц. Стало быть, результатом проверки будут данные измерений углов разлета ($\angle\theta$) после столкновений частиц. Подобные измерения были выполнены и дали удовлетворительное совпадение с их вычисленными ранее на основе соотношений СТО (P. Champion, 1963).

Можно показать, что из лоренц-инвариантности законов следует замедление времени движущихся "часов" (т.е. периодических процессов любой физической природы). Для этого достаточно иметь движущуюся СО, в которой градуировка осуществлена таким образом, чтобы с неподвижной СО, движущаяся СО была связана преобразованиями Лоренца. Из-за того, что в неподвижной СО законы лоренц — инвариантны, в движущейся СО они будут иметь тот же вид, что и в неподвижной СО. Это значит, что все процессы в движущейся СО будут протекать одинаково с процессами в неподвижной СО. Следовательно, содержание эйдетической интерпретации сводится к следующему: наглядному образу двух СО; одна из них ("заштрихованная") движется относительно неподвижной СО с релятивистской скоростью. Переход к эмпирической интерпретации в принципе

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 455.
[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 297.

мог быть связан со следующим МЭ: если в неподвижной СО мы имеем эмпирическое представление о приборе —"разноплечем интерферометре" (МЭ, предшествовавший реальному эксперименту Кеннеди-Торндайка), который не дает смещения полос интерференции при повороте, то такой же интерферометр, движущийся вместе с "заштрихованной" СО, также не должен был бы давать смещений полос интерференции. При наличии сокращения длин это возможно только тогда, когда частота источника света движущегося интерферометра претерпевает релятивистское изменение, т.е. при наличии замедления времени (Robertson, 1949.).

Замедление хода поступательно движущихся "часов" в принципе может быть проверено еще двумя опытами: путем 1) измерения "времени жизни" ($T_ж$) движущихся мезонов, а также с помощью 2) поперечного доплер-эффекта.

Итак, мы убедились, что основные предсказания СТО подтверждаются с помощью ряда экспериментов. Тем самым СТО является новой *истинной фундаментальной физической теорией.*

"Знал ли Эйнштейн отрицательный рзультат опытов Майкельсона?" Как известно, опыты Майкельсона и др. и их отрицательный результат вместе с гипотезой сокращения Лоренца-Фицджеральда не послужили достаточной основой для построения СТО Эйнштейном[1]. Сам Эйнштейн писал: "Когда я развивал свою теорию, результат Майкельсона не оказал на меня заметного влияния. Я даже не могу припомнить, знал ли я о нем вообще, когда я писал свою первую работу по специальности теории относительности (1905 г.). Объяснить это можно просто тем, что из общих соображений я был твердо убежден в том, что никакого абсолютного движения не существует и моя заслуга состояла только в том, чтобы сочетать это обстоятельство с тем, что известно из электродинамики"[2].

В то же время, как пишет А. Пайс: "Но как бы то ни было, на вопросы, знал ли Эйнштейн о работе Майкельсона до 1905 г. и повлиял ли опыт Майкельсона-Морли на создание СТО, нужно, без всякого сомнения, ответить утвердительно. Это следует из беседы Шенкланда с Эйнштейном в 50-е годы, а также из лекции "Как я создал теорию относительности", прочитанной Эйнштейном 14 декабря 1922 г. в университете города Киото (Япония)[3]. Далее А. Пайс убедительно обосновывает с помощью соответ-

[1] Роль опытов Майкельсона и др. в становлении СТО трактуется по-разному. Неопозитивизм, например, абсолютизирует эту роль: "Было бы ошибочным утверждать, — пишет Г. Рейхенбах, — что теория Эйнштейна объясняет опыт Майкельсона, т.к. она этого не делает. Опыт Майкельсона просто был принят за аксиому" (См.: Reichenbach H. *The philosophy of space and time.* – New York, 1957. P. 201).

[2] Цит. по ст.: Холтон. Д. *Эйнштейн и "решающий эксперимент"* // Успехи физических наук. Т. 104. Вып.2. – М., 1971. С. 298.

[3] Пайс А. Указ. кн. С. 113.

ствующих ссылок свой утвердительный ответ во многом на сакраментальный вопрос: "Знал ли Эйнштейн…?" В своем письме Шенкланду Эйнштейн признается, что "влияние решающего эксперимента Майкельсона-Морли на меня было довольно косвенным. Я узнал о нем из основополагающего труда Г. А. Лоренца, посвященного электродинамике движущихся тел (1895 г.), с которым познакомился до начала разработки специальной теории относительности"[1].

Знание замечательной работы Лоренца 1895 г. Эйнштейном подтверждается и в его киотской лекции 1922 г.: "Еще студентом я познакомился с неотъемлемыми результатами опыта Майкельсона и интуитивно пришел к выводу, что возможно, мы ошибаемся, считая, будто Земля движется относительно эфира, так как опыт не подтверждает этого. По сути, так я пришел к тому, что сейчас именуется СТО…"[2]. В двух беседах с Шенкландом в 50-х годах Эйнштейн подчеркнул о косвенном влиянии опыта Майкельсона.

1. Беседа, состоявшаяся 4 февраля 1950 г.: "Когда я спросил Эйнштейна, как он узнал об опыте Майкельсона-Морли, он ответил, что прочитал о нем в работах Лоренца, но обратил на него внимание лишь после 1905 г.!" "В противном случае, — сказал он, — я бы упомянул о нем в своей статье". Он также сказал, что из экспериментальных результатов наибольшее влияние на него оказали наблюдения аберрации звезд и опыты Физо по измерению скорости света в потоке воды. "Этого было достаточно, — сказал Эйнштейн"[3].

2. Беседа, состоявшаяся 24 октября 1952 г.: "Я спросил профессора Эйнштейна, когда он впервые услышал о Майкельсоне, его опыте. Он ответил: "Трудно сказать, когда я впервые услышал об опыте Майкельсона, я не ощутил его прямого влияния в течение тех семи лет, когда жил теорией относительности. Видимо, я просто считал его результат само собой разумеющимся". "Потом он понял, что знал о результате Майкельсона и до 1905 г., так как читал работы Лоренца, но в основном просто полагал, что этот результат верен" (Шенкланд)[4].

"Я убежден, что посредством чисто математических конструкций мы можем найти те понятия и закономерные связи между ними, которые дадут нам ключ к пониманию явлений природы"[5]. Как добавляет Пайс: "что здесь Эйнштейн переоценивал возможности человеческого разума, даже такого мощного, как свой"[6].

[1] Цит. по указ. кн. А. Пайс. С. 114

[2] Цит. по указ. кн. А. Пайс. С. 115.

[3] Там же. С. 113.

[4] Там же. А. Пайс. С. 113.

[5] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 181.

[6] Пайс А. Указ. кн. С. 168.

"Общие соображения", побудившие Эйнштейна построить СТО были инициированы не знаменитыми опытами, а выявлением единства классической механики и классической электродинамики и целью их объединения[1]. Можно предположить, идея совместного использования понятий механики и электродинамики для процесса излучения черного тела, рассмотренной в статье "Об одной эвристической точке зрения, относящейся к процессу возникновения и преобразования света", опубликованной им тремя месяцами раньше, чем статья по СТО, являлась эвристической в том плане, что она правильно указала направление его поиска. Возникновение СТО связано с "общим соображением" Эйнштейна дать еще более общее и, в этом смысле, более простое объяснение физической реальности по сравнению с тем, которое дано электронной теорией Лоренца. Концепция электродинамики Лоренца базировалась на большом количестве независимых допущений, среди которых многие были введены ad hoc. Так, например, гипотезы о существовании локального ("местного") времени и сокращения продольных размеров всех тел, в том числе и плеча интерферометра, в направлении движения и т.д. — искусственность их не вызывает сомнения. Таким образом, на примере построения СТО логично предположить об относительной самостоятельности теоретического исследования (и знания) по отношению к эмпирическому исследованию (и знанию) (обратное тоже верно), в результате чего становится возможным возникновение новых теорий, не всегда связанных с обнаружением опытных данных.

Проблема конкуренции методологий Лоренца —Пуанкаре и Эйнштейна. Электронная теория Лоренца и СТО Эйнштейна в некотором смысле являются эмпирически-эквивалентными теориями, благодаря которым возникает с необходимостью селективная ситуация[2]. Выход из этой ситуации указывает критерий динамической простоты Г. Шлезингера[3]. Согласно этому критерию ряд последовательных независимых допущений, введенных в теорию Лоренца, делают ее настолько сложной и неконкурентоспособной, что динамическую простоту СТО считают показателем ее достоверности и критерием выбора между ними[4].

С философско-методологической точки зрения, конкурировали между собой даже не две теории, а две методологии (если брать крупным планом): методология Лоренца-Пуанкаре и методология Эйнштейна. Суть методологии Эйнштейна выражает так называемый принцип Рейхенбаха: теория должна строиться таким образом, чтобы не требовалось никаких "универсальных" сил. Полностью же эта методология была воплощена Эйнштейном при построении ОТО, частично — СТО. По-другому, "под методологией Эйнштейна мы будем подразумевать эйнштейновскую идею *геометризации взаимодействия,* связанную с принципом *относительности* движения"[1]. Методология Лоренца-Пуанкаре (или "путь Пуанкаре" по Рейхенбаху) предполагает введение "универсальных сил" в теорию, чтобы сохранить неизменной простейшую физическую геометрию-евклидову, т.е. путем усложнения законов физических взаимодействий. В свете сказанного становится ясным, почему Лоренц и Фицджералд вводили "универсальную" силу, сокращающую измерительные стержни и замедляющуго ход часов, но недоступную экспериментальному наблюдению[2].

Методология Лоренца-Пуанкаре выражала консервативную тенденцию в истории физики: она была связана со стремлением оставить неизменным классические представления относительно пространства и времени за счет изменения законов физики. В качестве аргументации этого положения, мы приводим ниже обширную цитату из лекции Лоренца, прочитанной им в 1913 г. в Гарлеме, где он изложил свое кредо: "По мнению Эйнштейна, бессмысленно говорить о движении относительно эфира. Он также отрицает наличие абсолютной одновременности. Весьма примечательно, что также представления об относительности и времени столь быстро получили признание.

Принятие этих концепций в основном объясняется влиянием теории познания… Несомненно, что принятие или непринятие таких концепций в значительной степени зависит от того, насколько привлекательным представляется то или иное толкование явлений. Автор этих строк находит большое удовлетворение в старой концепции, в соответствии с которой эфир имеет хотя бы минимальную материальность, между пространством и временем можно провести четкую границу, а об одновременности можно говорить без дополнительных уточнений. В подтверждение последнего тезиса можно напомнить о присущей нам способности представлять себе произвольно большие скорости. При этом мы максимально приближаемся к концепции абсолютной одновременности.

Наконец, смелое предположение о "невозможности наблюдать скорости, большие скорости света, содержит гипотетическое ограничение, на-

[1] Нугаев Р. М. называет это противоречием встречи между механикой и электродинамикой. Его же. *Реконструкция процесса смены фундаментальных научных теорий*. С. 147.

[2] Можно согласиться с Нугаевым Р. М., что теории, возникающие в рамках альтернативных программ, должны быть эмпирически-эквивалентными, но лишь частично и появление ситуаций выбора закономерным этапом развития научного знания (См.: Его же. *Реконструкция процесса смены фундаментальных научных теорий.* С. 71–72).

[3] См: *Методологические принципы физики*. – М.: Наука, 1975. С. 89–91.

[4] Выбор СТО означает выбор исходных программообразующих принципов: специального принципа относительности и принципа постоянства скорости света.

[1] Бранский В.П. *Теория элементарных частиц как объект методологического исследования.* – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. С. 26.

[2] Также принципиально ненаблюдаемые "эффекты" проявления "универсальной" силы: сокращение длин стержней и замедление хода часов.

кладываемое на нашу способность к восприятию, которое не может быть принято безоговорочно” [1]. Очевидно, что позиция Лоренца отражает мировоззрение классической физики, воплощенное в механической наглядности. Как утверждает А. Пайс, ему не представляет “никакого труда вообразить себе скорость, равную, например, с+1 км/с. Но представитель классической физики утверждает, что любая скорость, которую можно представить себе математически, достижима физически, а сторонник СТО не может с ним согласиться. В моем представлении, Лоренц был признанным авторитетом в теоретической физике, он полностью усвоил все физические и математические аспекты СТО, но не мог расстаться с дорогим его сердцу классическим прошлым”[2]. Поэтому, подчиняясь мировоззрению классического естествознания (с его механистической наглядностью), он вынужден был строить гибридные метафорические теории с независимыми ad hos гипотезами.

Как ранее отмечалось, характерной чертой гибридных (или метафорических) теорий является отсутствие новых фундаментальных конструктов и связанных с ними новых принципов по сравнению с прежней теорией. По этим признакам электронная теория Лоренца и др. (эфирные теории электромагнитного поля) являются типичными метафорическими теориями. Признаками фундаментальной физической теории обладала СТО: постулируя постоянство скорости света для всех инерциальных систем отсчета, а также специальный принцип относительности, Эйнштейн получил новые принципы СТО, а из них, как “следствия,” — преобразования Лоренца, которые в теории самого Лоренца постулировалось независимо; а также — фундаментальный конструкт ППВМ Минковского.

Можно предположить, что “…периодическое появление в истории физики метафорических теорий является не случайным, а необходимым (и притом не отрицательным, а положительным) процессом”[3]. Возникновение метафорической теории — своего рода эвристический сигнал, что исследование находится накануне фундаментального открытия — построения новой фундаментальной научной теории. Процесс смены метафорической теории новой фундаментальной теорией — это есть выбор в пользу

[1] Цит. по: Пайс А. Указ. кн. С. 161.

[2] Там же.

[3] Бранский В. П. *Теория элементарных частиц как объект методологического исследования.* С. 23. “Конструирование” “гибридных” объектов из базисов разных фундаментальных теорий, — пишет Р.М. Нугаев, приводит к появлению во встретившихся теориях суждений, противоречащих друг другу, или так называемому “противоречию встречи”. (См.: Нугаев Р.М. Указ. кн. С. 75). Тем самым Нугаев признает существование метафорических понятий, положенных в основу метафорических теорий. В свете сказанного, переход “Лоренц-Эйнштейн” (Р.М. Нугаев) означает процесс смены метафорической теории Лоренца фундаментальной СТО Эйнштейна. “Победа Эйнштейна над Лоренцом” (Р.М. Нугаев) скорее некорректная метафора, чем научное утверждение.

теоретической программы новой теории, что происходит под селективным влиянием философских принципов.

Мы уже писали о том, что к 1905 г. сложилась в теоретической физике своеобразная селективная ситуация, связанная с теориями Герца, Лоренца, Лармора, Пуанкаре и Эйнштейна, т.е. идеи СТО буквально “витали в воздухе”[1].

Так же мы определили место каждой из этих теорий по отношению к СТО Эйнштейна[2].

Эвристическая роль мировоззрений Лоренца-Пуанкаре и Эйнштейна. Следовательно, к своеобразному “финишу” пришли три теории: Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна. Отсюда ясно, что мы должны рассмотреть переходы (т.е. выборы): “Лоренц-Эйнштейн” и “Пуанкаре-Эйнштейн”. “При изучении истории открытий, — пишет А. Пайс, — огромный интерес вызывают вопросы типа: “Почему А создал то-то; почему В сразу согласился с открытием А; почему С сопротивлялся новым идеям, предложенным А?” “За долгие годы занятий теоретической физикой, — признается далее Пайс, — я встречал многих А, В, С, но часто затруднялся ответить на такие вопросы, даже если речь шла о теориях, не столь глубоких, как специальная теория относительности”[3]. На наш взгляд, ответы на такие вопросы требуют эпистемологического анализа эвристической роли мировоззрений А, В, С, как своеобразных “фильтров”, отбирающих наиболее плодотворные идеи и принципы формирующейся теории (в данном случае, СТО). Другими словами, проблема заключается в методологическом исследовании эвристической функции философских принципов не только в построении СТО, но и интерпретации преобразований Лоренца. Поэтому, как нам кажется, ответ на такие вопросы не дается в руки Пайсу, но он вынужден его искать за весьма аморфной “гранью истории”[4].

После таких предварительных замечаний теперь вернемся к переходу “Лоренц-Эйнштейн”. Здесь очень важно понять, почему Лоренц так и не отказался от эфира, т.е. сопротивлялся новым идеям, предложенным Эйнштейном. Мы уже писали, как Лоренц спас эфир, предложив гипотезы сокращения (сокращение Фицджералда-Лоренца второго порядка относительно v/c), что является следствием действия “через посредство эфира”

[1] Это подтверждает случай с Пуанкаре, который независимо от Эйнштейна пришел к основным положениям СТО.

[2] См. соответствующее место данной работы, где сказано, что теория относительности Пуанкаре изоморфна и совпадает со структурой СТО, а остальные теории (Герца, в особенности, Лармора) оказались фрагментными теориями по отношению к теории Лоренца. В свою очередь, как мы показали, теория Лоренца оказалась типичной метафорической (гибридной) теорией по отношению к СТО.

[3] Пайс А. *Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна.* С. 158.

[4] Пайс А. Указ. кн. С. 158–159.

(Лоренц) молекулярных сил (“универсальных” по Рейхенбаху). Стало быть, Лоренц придерживался “пути Пуанкаре”, предполагающего введения “универсальных” сил в теорию, чтобы сохранить неизменной простейшую физическую геометрию-евклидову за счет усложнения законов физических взаимодействий. В свете сказанного становится ясным, почему Лоренц (и Пуанкаре) сопротивлялся новым идеям СТО, воплотившим методологию Эйнштейна, суть которой заключается в элиминации из теории “универсальных” сил за счет геометризации взаимодействия (“новой кинематики” СТО), связанную с принципом относительности движения. “Основная причина, по которой я не смог предложить теории относительности, — честно признавал свою ошибку Лоренц, — заключается в том, что я придерживался представления, будто лишь переменная t может считаться истинным временем, а предложенное мной местное время t′ должно рассматриваться только в качестве вспомогательной математической величины”[1]. С методологической точки зрения, на наш взгляд, полезно сопоставлять последнюю цитату со следующей цитатой из обзорной статьи 1907 г. Эйнштейна: “…неожиданно оказалось, что необходимо лишь достаточно сформулировать понятие времени, чтобы обойти только что изложенную трудность (т.е. объяснить результат опыта Майкельсона-Морли, о котором Эйнштейн впервые упоминал в этой статье). Следовало лишь понять, что введенную Г.А. Лоренцом вспомогательную величину, названную им “местным временем,” на самом деле следует определить как время”[2]. Следовательно, всего лишь дело “заключалось в пересмотре понятия времени, т.е. оказалось, что время не может определяться абсолютно — имеется неразрывная связь между временем и скоростью распространения сигналов”[3].

Итак, мы приходим к выводу, что Лоренцу помешало его стремление оставить *неизменными классические представления относительно пространства и времени* за счет изменения законов физики (“путь Пуанкаре”). Последняя, т.е. “путь Пуанкаре”, таким образом, сыграла *антиэвристическую* функцию в интерпретации преобразований, носящих его имя (в частности, понятия “местного времени”), остановив Лоренца на расстоянии “последнего шага” (А. Пайс) от СТО. Более того, философские представления абсолютного пространства и времени (как следствие из них “вытекала” абсолютность одновременности классической физики) как ложные философские принципы сыграли антиэвристическую селективную

[1] Цитируется по указ. кн. А. Пайса. С. 161.

[2] Цитируется по указ. кн. А.Пайса. С. 136.

[3] Пайс А. Указ. соч. С. 134. В связи с этим гениальным прозрением, пришедшим на его ум, Эйнштейн пишет: “Я потратил впустую почти год, пытаясь несколько видоизменить идеи Лоренца, и пришел к выводу, что загадка совсем не проста. Неожиданно мне помог мой друг из Берна (Бессо — Д.О.)”.

функцию в интерпретации электронной теории Лоренца, придав ей метафорический характер. Таким образом, совершенно очевидно, что “классическое прошлое” мировоззрения Лоренца послужило серьезным тормозом, остановившим его на последнем шаге к фундаментальному теоретическому открытию.

Теперь настала очередь, чтобы рассмотреть переход “Пуанкаре-Эйнштейн”. По отношению к Пуанкаре упомянутые выше вопросы “почему” приобретают несколько другой вид: почему Пуанкаре так и не понял и/или не принял СТО Эйнштейна? По А. Пайсу, причина неупоминания Пуанкаре Эйнштейна в своих геттингенских лекциях (1909 г.) и, если так сказать, игнорирования им роли Эйнштейна в создании теории относительности заключается не в капризности и профессиональной зависти Пуанкаре, а в том, что в СТО он не обнаружил ничего нового: “Не исключено, что Пуанкаре только пролистал статьи Эйнштейна и поспешно заключил, что все это ему уже известно и в них нет ничего нового”[1].

Да, в действительности теория относительности Пуанкаре является в некотором роде “близняшкой” СТО Эйнштейна. “Подход, использованный Пуанкаре, был точно таким же, как подход, предложенный Эйнштейном в первой статье 1905 г., — пишет М. Борн, — …означает ли это, что Пуанкаре уже все знал до Эйнштейна? Возможно…”[2]. Да, он все знал. А что касается математического аппарата теории относительности, он знал гораздо больше, чем Эйнштейн. Тут надо сделать оговорку: теоретическая программа теории относительности Пуанкаре содержит не два аналогичных принципа, как в СТО, а три: “Необходимо сделать третье предположение, еще более поразительное, которое гораздо труднее принять и которое в наибольшей степени противоречит нашему повседневному опыту. Тело, движущееся прямолинейно и равномерно, испытывает деформацию в направлении своего перемещения… Сколь странным это ни представляется,

[1] Там же. С. 165. Мы уже писали ранее об изоморфности и совпадении структур теории относительности Пуанкаре и СТО Эйнштейна. Возвращаясь к причине игнорирования Пуанкаре роли Эйнштейна в создании теории относительности, можно заметить, что аргументация А. Пайса, основанная на аналогии с творчеством и поведением выдающихся поэтов, которые примерно также поступали по отношению к “братьям по цеху”, на наш взгляд, не лишена основания. В психологическом, а не в методологическом, т.е. в человеческом плане вполне допустимо, что Пуанкаре не упоминал имя Эйнштейна, тем самым как бы освобождая место для себя, чтобы оставить “свой след в истории”. Также и Эйнштейн не “остался в долгу перед ним: он до конца дней своих весьма сдержанно относился к творчеству Пуанкаре в отношении создания теории относительности, т.е. по-своему противился влиянию великого предшественника” (подробно см.: Пайс А. *Научное творчество и жизнь А.Эйнштейна*. С. 164–167). Сказанное выше, как нам думается, касается всех творческих людей, конкурирующих по “цеху”, но объяснение этого феномена не дело философии науки, а скорее психологии и социологии науки.

[2] Цитируется по: Пайс А. Указ. кн. С. 161.

следует признать, что третья гипотеза полностью подтверждена"[1]. Другими словами, он был сторонником гипотезы сокращения Лоренца-Фицджеральда[2]. "Ясно видно, что даже в 1909 г. Пуанкаре не знал, что сокращение размеров стержня, — пишет Пайс, — является следствием двух постулатов Эйнштейна. Отсюда следует, что Пуанкаре не понял одного из фундаментальнейших понятий СТО"[3]. Очевидно, перед нами лежит яркий пример *гибридной (метафорической)* физической теории.

Все же мы включим теорию относительности Пуанкаре наряду с электронной теорией Лоренца в число альтернативных СТО теорий, ибо, как мы убедились, он оставался стойким сторонником, как мы выше назвали, методологии Лоренца-Пуанкаре ("пути Пуанкаре" по Рейхенбаху, как бы ни парадоксально звучит по отношению к самому Пуанкаре). В интерпретации понятия одновременности ("лакмусовая бумага" принятия или непринятия СТО) Пуанкаре в своей теории допускает существование абсолютного движения[4], т.е. махистскую философию конвенционализма ("плод неосознанного соглашения"— см. ранее: Пуанкаре), иначе говоря, его представления об условности и отсутствии реального физического денотата математических символов. Вот этот философский принцип конвенционализма сыграл "злую шутку" в выборе Пуанкаре правильной интерпретации одновременности в его теории, т.е. выполнив тем самым антиэвристическую функцию в селекции семантической интерпретации последней.

Итак, Лоренц, как мы показали выше, руководствовался принципом объективной универсальности (абсолютности) ньютоновских пространства и времени в отборе физической интерпретации математических преобразований, носящих его имя, что привело его к гипотезе сокращения, т.е. представлению о существовании особых эффектов, компенсирующих отклонение от относительности (так называемая "контракционная гипотеза").

В свою очередь, Пуанкаре, придерживаясь принципа субъективной относительности пространства и времени, иначе говоря, исходя из их конвенциальности, потенциально допускал самые различные интерпретации, включая и эйнштейновскую, связанную с изменением свойств пространства и времени. Когда перед Пуанкаре возникло множество вариантов-конвенций, тогда он как "правоверный" конвенционалист должен был выбрать "путь Пуанкаре" по Рейхенбаху: ввести "контракционную гипотезу" в теорию как "универсальную" силу, чтобы сохранить неизменной "удобную" (простейшую) физическую геометрию – евклидову за счет усложнения законов физических взаимодействий. В этой ситуации, как мы знаем, Эйнштейн поступил с точностью наоборот: он пошел на исключение ненаблюдаемых "универсальных" сил из теории за счет геометризации физического взаимодействия, связанной с принципом относительности движения ("путь Эйнштейна"). При этом Эйнштейн руководствовался принципом объективной относительности пространства и времени, т.е. принципом их атрибутивности по отношению к материи, что позволило ему лоренцовскому понятию "местного времени" t' придать буквальный физический смысл.

Что касается Лоренца, он, исходя из принципа субстанциональности пространства и времени по отношению к материи, придает t' "значение вспомогательной математической величины" (Лоренц), т.е. лишает его объективного физического смысла. Так же поступает и Пуанкаре: принцип конвенциональности пространства и времени не позволяет ему придать t' объективный смысл и тем самым он неправильно истолковал преобразования Лоренца.

Значит все трое пришли независимо друг от друга к математическим преобразованиям, выражающим специальный принцип относительности. Но, вместе с тем, чтобы сформулировать этот принцип, надо было правильно физически истолковать эту математическую структуру. С этой задачей справился только Эйнштейн, благодаря принципу объективной относительности пространства и времени.

Отсюда очевидно, что продуктивна селективная функция онтологических принципов определенного типа, т.е. имеется в виду принцип объективной относительности пространства и времени, игравший роль философского селектора в построении Эйнштейном СТО. Столь же очевидно, что контрпродуктивна селективная функция материалистических, но, вместе с тем догматических принципов, продемонстрированная нами на примере с метафорической теорией Лоренца, отобранной им с помощью принципа объективной универсальности ньютоновских пространства и времени в качестве философского селектора. Не менее убедительна и контрпродуктивная селективная функция идеалистических принципов, иллюстрированная на примере конвенционализма Пуанкаре, согласно которому пространственно-временные отношения зависят от условного соглашения сообщества ученых, стало быть, от сознания.

Синергетический подход к становлению СТО. Научная теория как системное знание обладает признаками организации и самоорганизации. Более того, сам процесс формирования теории, содержащей в качестве не-

[1] Там же. С. 162.

[2] Еще в 1904 г. Пуанкаре указывал, что недостаточно принципа относительности, "…необходимы дополнительные гипотезы; надо допустить, что движущиеся тела испытывают однородное сокращение в направлении движения" (Там же. С. 126).

[3] Там же. С. 162.

[4] "Невозможность показать опытным путем, — пишет Пуанкаре, — абсолютное движение Земли представляет собой, по-видимому, общий закон природы".

обходимой стадии ее построения умозрительное (творчески-интуитивное) исследование, является нелинейным процессом открытого типа. Поэтому можно предположить к последнему применить синергетическое видение со всеми характерными чертами, как хаос, бифуркация, выход на аттрактор и т.д.

Научная теория, не прошедшая стадию экспериментального подтверждения, в некотором смысле является одним из "возможных миров" (Лейбниц), заключающим в себе как в неустойчивой открытой нелинейной системе, веер или спектр возможностей. Так, на стадии умозрительного исследования с помощью творческой интуиции исследователь может создать астрономическое число вариантов умозрительных концепций (осмысленных и бессмысленных)[1], вероятность существования среди них истинного варианта превращается в достоверность, т.е. на стадии умозрительного исследования существует некий "потенциальный" или реальный "хаос" идей в виде умозрительных концепций, которые "витают в воздухе". В процессах бифуркационных механизмов один из вариантов "возможных миров" возникает самопроизвольно, спонтанно и интуитивно. Надо думать, что "лучший из возможных миров" (Лейбниц) — новая фундаментальная научная теория (в нашем случае, СТО) — но лучший, значит, совершенный, устойчивый, перспективный, т.е. богатый новыми возможностями. Под возможностями мы имеем в виду объяснительные и предсказательные функции новой теории, но также и перспективность его дальнейшего развития (из "недр" СТО развились ОТО и др. теории типа РКМ).

Механизмы бифуркации включают в себя прохождение открытой нелинейной системой, т.е. научным (физическим) исследованием, через точку ветвления путей ее развития, совершая тем самым выбор теории, закрывающий иные альтернативные пути. Выбор теории, значит выбор эффективной умозрительной концепции в качестве теоретической программы будущей теории, подразумевает, что умозрительное исследование из состояния хаоса, т.е. множества или спектра возможных состояний попадая в "конус" аттрактора, воплощает в себе необратимое, направленное развитие данного этапа исследования к фундаментальному открытию. Стремление физического исследования с некоторой долей "железной" необходимости к новому истинному знанию — это детерминизм развертывания теории в дедуктивную систему, обусловленную выбором математической схемы, упорядочивающуго хаос случайностей данных наблюдений.

Можно сказать, что механизм флуктуации — "случайностей, творящих мир", выводит систему на аттрактор вблизи точек бифуркаций (где они, по словам Пригожина, играют значительную роль). Так как число возможных комбинаций компонент старого эмпирического и теоретического знания, воплощенных во множестве умозрительных конструктов и принципов, как мы заметили, до астрономических масштабов, интуиция не может практически реализовать их все[1]. Однако благодаря селективной функции философских принципов, используемых имплицитно, в этом нет необходимости, ибо работа интуиции с самого начала ограничивается несколькими программами (чаще всего двумя альтернативными, т.е. Лоренца и Эйнштейна в данном случае). Это и есть вывод физического исследования на аттрактор вблизи точек бифуркаций.

Как ранее мы показали, электродинамика движущихся сред (или тел) двигалась к аттрактору через теории Герца, Лоренца (первый вариант его теории), Лармора, Лоренца (второй вариант его теории), Пуанкаре и Эйнштейна. Вблизи точки бифуркации оказались три теории: Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна, подразумевающие их две альтернативные методологии: с одной стороны, методология Лоренца-Пуанкаре и, с другой стороны, методология Эйнштейна. Как известно, принятие СТО Эйнштейна научным сообществом после многократных экспериментальных подтверждений решило спор двух методологий в пользу методологии Эйнштейна.

ГЛАВА 4. ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОЦЕССА СТАНОВЛЕНИЯ И ВЫБОРА ПРИНЦИПОВ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (ОТО)

Истоки ОТО. В процессе историко-методологической реконструкции формирования СТО мы показали, что возникновение новых теорий далеко не всегда связано с обнаружением опытных (экспериментальных) фактов, которые не могут быть объяснены существующими теориями, но, в то же время, связаны с противоречиями между отдельными теориями. Последнее обстоятельство, также наряду с новыми опытными фактами, выступает движущей силой в развитии научного знания. Разрешение противоречий такого рода стимулирует построение новых более фундаментальных теорий[2].

Теория относительности, как утверждал Эйнштейн, "подобна дому с двумя этажами": СТО и ОТО образуют основу релятивистской физики.

[1] Бранский В.П. *Эвристическая роль философских принципов в создании естественно-научных теорий* // Проблемы философии и методологии современного естествознания. М.: Наука, 1973. С. 40–47.

[1] Бранский В.П. *Эвристическая роль философских принципов в создании естественно-научных теорий* // Проблемы философии и методологии современного естествознания. – М.: Наука, 1973. С.69.

[2] В качестве наглядного примера можно привести построение Больцманом, Гиббсом и др. классической статистической физики в результате "снятия" противоречия между классической механикой и классической термодинамикой.

"Второй этаж" релятивистской физики — ОТО (естественно представляет собой фундаментальную физическую теорию, как и СТО, — каждая по отдельности) была построена Эйнштейном как разрешение противоречия между ньютоновской классической теорией тяготения (КТТ) и СТО[1], а затем уже получила ряд опытных подтверждений. Доподлинно известно, когда Эйнштейн создавал ОТО, отсутствовали опытные факты, которые бы явно противоречили ньютоновской КТТ. Ряд исследователей считают, что таким фактом являлась давно известная науке аномалия в движении перигелия Меркурия, но в действительности последняя устранялась с помощью введения поправочных коэффициентов и не представляла большой проблемы. На наш взгляд, создание Эйнштейном ОТО послужило иллюстрацией методологического утверждения (ранее нами упомянутого) об относительной самостоятельности теоретического исследования (и знания) от эмпирического исследования (и знания), т.е. так называемого эмпирического базиса теории. Тогда, как же снял Эйнштейн противоречие между КТТ и СТО? Безусловно, созданием ОТО.

В своей неопубликованной моргановской рукописи Эйнштейн пишет: "И тогда мне в голову пришла счастливейшая мысль в моей жизни. Существование гравитационного поля может считаться лишь *относительным* (курсив наш — Д.О.), точно также, как существование электрического поля, наводимого в результате электромагнитной индукции". Далее Эйнштейн подробно излагает свой мысленный эксперимент, связанный со свободно падающими предметами: "…*для наблюдателя, свободно падающего с крыши, гравитационное поле,* по крайней мере, в его ближайшем окружении*, не существует*"[2]. Следующим выводом Эйнштейн заканчивает рассмотрение своего мысленного эксперимента: "Экспериментально установленная независимость ускорения свободного падения от массы тела является, таким образом, мощным аргументом в пользу того, что постулат относительности может быть распространен на системы отсчета, находящиеся в относительном неравномерном движении"[1].

[1] В своей так называемой моргановской рукописи Эйнштейн рассказывает, что при подготовке обзорной статьи по теории относительности 1907 г. задумался над тем, каким образом следует видоизменять КТТ, чтобы она не противоречила СТО: "Когда в 1907 г. я работал над обзорной статьей по СТО для журнала "Jahrbuch der Radioaktivität und Electronik", я попытался видоизменить теорию тяготения Ньютона так, чтобы ее законы соответствовали (специальной) теории относительности. Попытки такого рода продемонстрировали, что это возможно, но они не удовлетворяли меня, так как строились на физически необоснованных гипотезах" (См.: цит. по книге: Пайс А. *Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна*. – М., 1989. С. 170). Как известно, обзор поступил в редакцию данного журнала 4 декабря 1907 г.

[2] "Я сидел в кресле в бернском патентном бюро, как вдруг мне в голову пришла мысль: "В свободном падении человек не ощущает своего веса!" Я был поражен. Эта простая мысль произвела на меня огромное впечатление. Развив ее я пришел к теории тяготения". Так вспоминал Эйнштейн в своей киотской (Япония) лекции 1922 г. (См.: Цит. Пайс А. Указ. кн. С. 171–172.).

В действительности, разрешение противоречия между КТТ и СТО указало границы применимости СТО. "В 1907 г., работая над обзором по СТО… я понял, что в рамках этой теории, — говорил в своей киотской лекции Эйнштейн, — можно рассматривать все явления природы за исключением тяготения. У меня возникло желание узнать, — продолжал Эйнштейн, — почему это так… Меня особо беспокоило то, что хотя (в СТО) так изящно вводится связь между инерцией и энергией, нет никакой взаимосвязи между инерцией и весом. У меня возникло подозрение, что в рамках СТО такая взаимосвязь недостижима"[2].

Уже в обзоре 1907 г. по СТО он пришел к *принципу эквивалентности* (очень важному принципу, который сыграл исключительную роль в первоначальный период становления ОТО, замещая, в некотором смысле, общий принцип относительности), согласно которому неинерциальные системы локально неотличимы от гравитационных полей, т.е. в бесконечно малых областях действия полей тяготения можно замещать ускоренно движущимися системами отсчета. Нам представляется, что Эйнштейн пришел к нему путем умозрения (как видно из его киотской лекции): процедуры отождествления двух систем отсчета, причем первая система Σ_1 движется в направлении x с постоянным ускорением γ, а вторая система Σ_2 пребывает в покое в однородном гравитационном поле, сообщающем всем телам ускорение — γ также в направлении x. Из обзора видно, что Эйнштейн знал о красном смещении в спектрах небесных тел в 1907 г. Там же он предсказал искривление световых лучей под действием гравитационного поля. Таким образом, он до создания ОТО имел представление о двух главных предсказаниях своей будущей теории[3].

В данном обзоре Эйнштейн использует "изобретенную" им в СТО умозрительную модель релятивистской системы отсчета для вывода феноменологического уравнения, о котором речь пойдет ниже. При этом наряду с двумя системами отсчета S и Σ, связанными с принципом эквивалентности, он дополнительно вводит третью систему отсчета S^1, движущуюся в направлении x с постоянной скоростью $V=\gamma t$, причем S и S^1 являются инерциальными, и в них можно пользоваться СТО. С помощью этой новой умозрительной модели Эйнштейн вывел сначала феноменологическое уравнение:

$$\sigma = \tau(1+\gamma\xi/c^2) \qquad (1)$$

и потом установил, что для системы отсчета, покоящейся в однородном

[1] Там же С. 171.

[2] Там же. С. 172.

[3] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 113–114.

гравитационном поле, которое действует в направлениях ξ, уравнение (1) будет иметь вид:

$$\sigma = \tau(1+\Phi/c^2), \qquad (2)$$

где Ф — разница потенциальных энергий тяготения между точкой (ξ,0,0) и началом координат и σ — время в системе отсчета Σ. "Существуют "часы", находящиеся в местах с различными гравитационными потенциалами, — пишет Эйнштейн в обзоре по СТО, — скорость "хода" которых можно проконтролировать с большой точностью; это — источники света с линейчатым спектром. Из сказанного выше следует, что свет, приходящий от такого источника, расположенного на поверхности Солнца, — продолжает он, — обладает длиной волны… большей, чем свет, испускаемый теми же атомами на Земле"[1]. При этом Эйнштейн предполагал, что уравнение (2) выполняется также в неоднородном гравитационном поле. Таким образом, Эйнштейн предложил метод расчета гравитационного красного смещения без использования эффекта Доплера еще в 1907 г.

Далее Эйнштейн, рассматривая уравнения Максвелла в системах S и Σ умозрительной модели для красного смещения, где местная инерциальная система отсчета S[1] выполняла роль "посредника" между S и Σ, обнаружил, что уравнения Максвелла имеют инвариантный вид в обеих системах (S и Σ), а скорость света в S задается уравнением:

$$c(1+\gamma\xi/c^2) = c(1+\Phi/c^2) \qquad (3)$$

"Отсюда следует, что световые лучи, — пишет Эйнштейн, — распространяющиеся не по оси (ξ), искривляются гравитационным полем"[2]. Также, рассмотрев закон сохранения энергии в системе Σ, Эйнштейн с помощью выражения:

$$(E/c^2)\,y\xi = (E/c^2)\,\Phi \qquad (4)$$

обнаружил, что закон $E=mc^2$ "…выполняется не только для *инертной*, но и для тяготеющей массы…"[3].

Возвращаясь к нашему подзаголовку, можно резюмировать, что истоки ОТО мы видим в противоречиях между КТТ Ньютона и СТО Эйнштейна, замеченные им в обзоре 1907 г., приведшие к уточнению границ применимости СТО. Это во-первых. Во-вторых, с помощью умозрительной модели релятивистской системы отсчета, построенной в СТО, и путем ее дальнейшего усложнения (введения местных лоренцовых систем отсчета и

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 113.
[2] Там же.
[3] Там же. С. 114.

постоянства скорости света для бесконечно малых световых путей, т.е. на основании принципа эквивалентности) Эйнштейн еще в 1907 г. пришел к предсказанию основных эффектов ОТО: гравитационного красного смещения и искривления лучей света в гравитационном поле. Приведенными выше результатами завершается начальный *(бернский)* этап (1907 г.) становления ОТО.

Пражский этап становления ОТО[1]. Данный этап начинается со статьи Эйнштейна "О влиянии силы тяжести на распространение света" (1911 г.). Проблемы, поставленные в этой статье Эйнштейном, "изоморфны" разделу V статьи (обзора) 1907 г.: (1) принцип эквивалентности, (2) "тяжесть" энергии, красное смещение и (3) искривление лучей света. Более того, используется в ней та же умозрительная модель, состоящая из систем отсчета S, Σ и S[1].

По отношению к пункту (1), рассматривая покоящуюся систему S в однородном гравитационном поле и движущуюся систему отсчета Σ постоянным ускорением относительно системы S в отсутствии гравитационного поля, т.е. эквивалентные системы S и Σ, Эйнштейн приходит к выводу: "…нельзя говорить об абсолютном ускорении координатной системы, так же как нельзя говорить об абсолютной скорости системы". Стало быть, в статье 1911 г. намечается создание не только новой теории тяготения, но и относительности (нет абсолютного ускорения).

По отношению к пункту (2) Эйнштейн показал, что из эквивалентности систем S и Σ "тяжесть энергии вытекает как необходимое следствие". Здесь не будем приводить те математические выкладки, которые делал Эйнштейн, чтобы не перегружать текст формулами, но в то же время заметим, что по отношению к красному смещению он получил количественное значение красного смещения, которое может наблюдаться на Земле (порядка $\Delta\nu/\nu \approx 10^{-6}$).

По отношению к пункту (3) Эйнштейн также получил численное значение отклонения луча света в сторону источника поля (в радианах), равное 0,83[2]. Через четыре года он добавил к этому результату множитель 2. При этом он использовал новую умозрительную модель — "фабрику часов" для синхронизации их и понятия "местных и глобальных" наблюдений, что привело его к представлению, что в точках с разными напряжен-

[1] Пражский этап становления ОТО отделяет от ее начального (бернского) этапа "три с половиной года молчания" (А. Пайс). В это время Эйнштейн интенсивно занимался квантовой теорией.
[2] В связи с этим небесполезно напомнить читателю, что в 1801 г. немецкий геодезист и астроном И.Г. фон Зольднер опираясь на КТТ Ньютона получил численное значение λ=0,84. Об этом в 1911 г. Эйнштейн, конечно, не знал. При этом фон Зольднер представил луч света как массивное тело и в основу своих расчетов положил ньютонову теорию истечения, согласно которой свет состоит из частиц. Значит Ньютон знал гипотезу искривления лучей света (См.: Исаак Ньютон. "Оптика", вопрос 2). Воистину "ничто не ново под луной".

ностями гравитационного поля переносные часы идут разными темпами.

В последующих двух статьях пражского периода[1] Эйнштейн устанавливает ограниченность преобразований Лоренца, но в то же время предположил, что введение в теорию более обширных преобразований значительно усложнит законы природы. Также новым элементом в этой статье явилась догадка Эйнштейна об использовании эвристической возможности вариационного принципа аналитической механики в будущем — в выводе уравнений ОТО. "Указанные статьи были последними, — пишет А. Пайс, — в которых время рассматривалось искривленным, а пространство — плоским"[2].

В качестве резюме можно предположить, что бернский и пражский этапы становления ОТО знаменует собой своеобразный феноменологический подход гипотетического характера к будущей ОТО, связанный с предсказаниями явления красного смещения и искривления луча света в поле тяготения[3]. Что касается последнего, то результат, полученный Эйнштейном (λ=83)был неверен. Получению верного результата, на наш взгляд, помешал именно феноменологический (незрелый) подход к ОТО, в котором пространство считалось плоским, а время искривленным. Последнее обстоятельство в некотором роде сыграло *антиэвристическую* функцию в становлении ОТО и поэтому результат Эйнштейна совпал с результатом, полученным фон Зольднером еще в 1801 г. на основании ньютоновской КТТ. Таким образом, на основании численных значений отклонения λ еще нельзя было сделать выбор между ньютоновской КТТ и теорией тяготения Эйнштейна 1911 г. С некоторой долей уверенности можно предположить, что данный феноменологический подход замещал отсутствующее в построении ОТО эмпирическое исследование (и знание). Поэтому в отсутствии опытных (экспериментальных) фактов, предваряющих создание ОТО, своеобразное феноменологическое исследование (и знание) в предметной области будущей ОТО явилось как бы "превращенной" формой экспериментального исследования (и эмпирического знания). Но, в то же время, оно проводилось с помощью умозрительных моделей и понятий, заимствованных Эйнштейном из СТО и модифицированных применительно к теории тяготения (в частности, обобщение понятия "местного времени" Лоренца до понятия "местной лоренцевской системы отсчета").

Цюрихский этап становления ОТО. В общих чертах этот этап связан

[1] См.: Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 189, 223.

[2] Пайс А. Указ. кн. С. 286.

[3] Нам кажется, что феноменологическому подходу к будущей ОТО в силу его гипотетического характера обязано то обстоятельство, что "телега оказалась впереди лошади", если под "телегой" понимать предсказания ОТО (красное смещение и искривление лучей света в поле тяготения) и под "лошадью" — ОТО как новую фундаментальную физическую теорию.

с поиском, вернее, выбором адекватного математического аппарата будущей фундаментальной теории. Предварительный выбор этого аппарата осуществлялся Эйнштейном на основании принципа эквивалентности. "Если все (ускоренные) системы отсчета эквивалентны, то евклидова геометрия не может использоваться во всех из них. Отбросить геометрию, — говорил Эйнштейн в киотской лекции, — и сохранить (физические) законы — все равно что попытаться выразить мысль без слов"[1]. Значит, нужна была замена евклидовой геометрии. Поэтому Эйнштейн приступил к формальному исследованию: он "понял, что ключ к решению загадки лежит в гауссовой теории поверхностей"[2]. Надо полагать, что обращение Эйнштейна к дифференциальной геометрии было переходным звеном к геометрии Римана.

Общеизвестно, что этот переход Эйнштейна осуществился с помощью его друга М. Гроссмана. "К окончательной идее об аналогии между математической проблемой (общей теории относительности) и гауссовой теорией поверхностей я пришел лишь в 1912 г., после возвращения в Цюрих, — писал впоследствии Эйнштейн, — тогда я еще не знал о работах Римана, Риччи и Леви-Чивиты. О них мне сообщил мой друг Гроссман, — продолжает вспоминать он, — *когда я рассказал ему о том, что ищу общековариантные тензоры, компоненты которых зависели бы только с производных коэффициентов* $q_{\mu\nu}$ *квадратичного фундаментального инварианта* $g_{\mu\nu}dx^n dx^\nu$ (курсив А. Пайса)"[3]. Эйнштейну нужна была геометрия,

[1] Цит. по указ. кн. А. Пайса. С. 204.

[2] "Я вдруг вспомнил, что о теории Гаусса шла речь в курсе геометрии, — рассказывал Энштэйн в киотской лекции, — который читал во времена моего студенчества Гейзер… Я понял, что основы геометрии имеют физический смысл" (цит. по кн. А. Пайса. С. 204).

[3] Также цит. по кн. А. Пайса. С. 205. "Он (Эйнштейн) рассказал Гроссману о своих проблемах и попросил его сходить в библиотеку и посмотреть, — вспоминает о своей беседе с Эйнштейном А. Пайс, — существует ли геометрия, подходящая для решения таких задач. На следующий день, как рассказал Эйнштейн, — продолжает свое воспоминание Пайс, — Гроссман пришел и сказал, что такая геометрия и вправду существует — эта риманова геометрия" (Там же. С. 205.). "Еще одним воспоминанием поделился Страус. Он тоже припоминает, что к моменту встречи с Гроссманом Эйнштейн уже думал об общей ковариантности. Эйнштейн сказал Гроссману, что ему нужна геометрия, в которой уравнение ((5) — Д.О.) при наиболее общих преобразованиях оставалось бы инвариантным. Гроссман ответил, что тогда следует использовать риманову геометрию. (Страус не знает, просил ли Эйнштейн Гроссмана посмотреть литературу.) Но, добавил Гроссман, это ужасная каша, в которую физику нечего и соваться. Тогда Эйнштейн спросил, есть ли другие геометрии, которые можно было бы использовать. Нет, ответил Гроссман, и указал на то, что, по его мнению, было недостатком дифференциальных уравнений римановой геометрии — их нелинейность. На последнее замечание Эйнштейн выразил, что он, напротив, считает это значительным преимуществом. Это возражение легко понять, если вспомнить, что пражская модель показала Эйнштейну: уравнения гравитационного поля должны быть нелинейными, так как гравитационное поле неизбежно выступает в качестве источника самого себя [см. уравнение ((6) — Д.О.)]

$$\Delta C = k[c\sigma + (\nabla C)^2/2\,kG] \qquad (6)$$

Далее Эйнштейн показал, что второе слагаемое в квадратных скобках (в уравнении для поля С —

в которой уравнение

$$dS^2= g_{\mu\nu}dx^{\mu}dx^{\nu} \qquad (5)$$

при наиболее общих преобразованиях оставалась бы инвариантным, т.е. нужна была теория инвариантов и ковариантов, в которой выражение (5) содержалось бы как дифференциальный линейный элемент, где десять величин $g_{\mu\nu}$ рассматриваются как динамические поля, некоторым образом описывающие гравитацию.

Теперь рассмотрим, на основании чего Эйнштейн выбрал новую риманову геометрию вместо плоской эвклидовой. Он сам указал основание своего выбора: "…в системе отсчета, которая вращается относительно некоторой инерциальной системы, законы расположения твердых тел не соответствуют правилам евклидовой геометрии вследствие лоренцева сокращения; таким образом, допуская равноправное существование неинерциальных систем, мы должны отказаться от евклидовой геометрии. Без такой интерпретации был бы невозможен и решительный шаг к общековариантным уравнениям"[1].

Эвристическое влияние оказал на Эйнштейна, т.е. на его выбор математического аппарата ОТО формализм М. Борна в работе по релятивистским проблемам твердого тела, который имел "риманову подсказку" и вдохновил Эйнштейна на поиск ковариантности. В ходе формального исследования в предметной области ОТО вместе с Гроссманом Эйнштейн "…проникся огромным уважением к математике, тонкости которой до сих пор по простоте душевной считал излишней роскошью. По сравнению с этой проблемой первоначальная (специальная — Д.О.) теория относительности выглядит детской игрушкой"[2].

Вклад Гроссмана в совместном с Эйнштейном формальном исследовании "математического наряда" будущей ОТО заключался в проблеме нахождения дифференциальных уравнений гравитационного поля, связанной с рассмотрением дифференциальных инвариантов и дифференциальных ковариантов квадратичной формы (5), иначе говоря, в выполнении им математического "заказа-заявки" Эйнштейна, исходя из его содержательных физических требований.

В качестве одного из требований он поставил перед Гроссманом задачу нахождения такого формального обобщения теории относительности,

Д.О.) есть плотность энергии гравитационного поля и что включение нового члена гарантирует выполнение закона сохранения. С этого момента он был готов к нелинейной теории гравитационного поля" (Там же.) Приведенные выше две объемистые цитаты помогают понять всю драматичность поиска и выбора Эйнштейном математического формализма для будущей ОТО.

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 2. С. 85.

[2] Цит. по кн. А. Пайса. С. 209.

чтобы полученный ранее Эйнштейном результат, касающийся непостоянства скорости света в неоднородном статическом гравитационном поле, включался в нем в виде частного случая[1]. Другим требованием Эйнштейна, непосредственно с чего начал формальное исследование Гроссманн, было условие, при котором уравнения: $\delta \int dS = 0$ (а) и $dS^2=g_{\mu\nu}dx^{\mu}dx^{\nu}$ (в) должны быть инвариантны относительно преобразований:

$$dx^{\mu}=a^{\mu}_{\nu}\,dx'^{\nu}\ ;\ a^{\mu}_{\nu}=dx^{\mu}/dx'^{\nu}, \qquad (7)$$

$$g'_{\mu\nu}=a^{\lambda}_{\mu}a^{p}_{\nu}\,g^{\rho}_{\lambda\rho}, \qquad (8)$$

при этом (а) должно быть "абсолютным инвариантом". Насколько сложная задача стояла перед Гроссманом!

В ходе такого сложного формального исследования Гроссман Эйнштейну вручил ключ от "математических ворот" ОТО — главный тензор — "четырехзначковый символ Кристоффеля". От него оставался один шаг к тензору Риччи:

$$R_{\mu\nu}\equiv R^{\lambda}_{\mu\lambda\nu}=\partial\Gamma^{\lambda}_{\mu\lambda}/\partial x^{\nu}-\partial\Gamma_{\mu\nu}/\partial x^{\lambda}+\Gamma^{\alpha}_{\mu\lambda}\quad\Gamma^{\alpha}_{\nu\alpha}-\Gamma^{\alpha}_{\mu\nu}\Gamma^{\lambda}_{\lambda\alpha}, \qquad (9)$$

который в качестве главного элемента входит в основное уравнение ОТО. Итогом этого архитрудного формального исследования явился правильный математический прогноз Эйнштейна, заключающийся в том, что искомое уравнение гравитационного поля должно иметь вид:

$$\chi\Theta_{\mu\nu}=\Gamma_{\mu\nu}, \qquad (10)$$

где $\Gamma_{\mu\nu}$ — контравариантный тензор второго ранга, образованный из производных фундаментального тензора[2].

Будем считать, что этот контравариантный тензор второго ранга явился формальным гештальтом для дальнейшего поиска тензора $\Gamma_{\mu\nu}$ такого рода, что уравнение Ньютона-Пуассона

$$\Delta\varphi=4\pi G\rho, \qquad (11)$$

являлось предельным случаем. Уравнение (10) можно переписать в обозначениях более близких к окончательному варианту гравитационного уравнения:

$$\Gamma_{\mu\nu}=\chi T_{\mu\nu}\ ,$$

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 202.

[2] Там же. С. 262. Также см.: Вейнберг С. *Гравитация и космология* / Пер. с англ. – М.: Мир, 1975.

(10)

где $T_{\mu\nu}$ — общековариантный аналог тензора энергии-импульса "материи", а $\Gamma_{\mu\nu}$ — упомянутый нами выше общековариантный тензор 2-го ранга, составленный из первых и вторых производных потенциала и являющийся, стало быть, обобщением лапласиана $\Delta\varphi$. Формальный аппарат тензорного исчисления и римановой геометрии "подсказывал" Эйнштейну и Гроссману как сделать пресловутый "один шаг" к тензору Риччи - $R_{\mu\nu}$, являющейся сверткой по двум индексам также упомянутого ранее четырехзначкового символа Кристоффеля (более известного как тензор Римана-Кристоффеля (см (9)), определяющего структуру римановой геометрии:

$$R_{\mu\nu}=R^{\lambda}_{\mu\lambda\nu}=\chi\ T_{\mu\nu}\ ,\qquad R_{\mu\nu}=0 \qquad \text{(для пустого пространства).}$$

0″)

Эйнштейн и Гроссман по существу пришли к уравнению Риччи. Половина дела сделана! Но какое разочарование ожидало их впереди?! Ожидалось, согласно принципу соответствия, эти найденные уравнения в пределе должны были перейти в уравнение Ньютона-Пуассона (11), хотя выбор тензора $R_{\mu\nu}$ определялся из теоретико-инвариантных критериев. Путем соответствующего теоретического расчета ими была проведена проверка: сводится ли тензор в пределе слабых полей и малых скоростей к уравнению (11). Полученный ответ таков: "В частном случае бесконечно слабого статического поля тяжести этот тензор не сводится к $\Delta\varphi$"[1].

Когда даже больше половины дела[2] в математическом поиске формальной структуры вида будущего основного уравнения ОТО была, как говорится, сделана, им пришлось отказаться от общековариантных уравнений (10′). Что же побудило их сделать этот роковой выбор, который "затормозил" развитие ОТО на целых 2-3 года? Этот контрпродуктивный выбор был сделан Эйнштейном и Гроссманом в пользу необщековариантных уравнений вида (10′), но вместе с тем таких, чтобы величины $\Gamma_{\mu\nu}$ образовывали тензор относительно линейных преобразований.

Существует мнение одного из исследователей становления математического аппарата ОТО В. П. Визгина о том, что уверенность "в справедливости принципа соответствия была у Эйнштейна и его соавтора настолько велика, что они отказались от общековариантных уравнений" (10″). Далее он пишет о том, что правильное решение проблемы математического аппарата теории им "не удалось согласовать с принципом соответствия в смысле строгого, математически корректного и физически интерпретируемого перехода уравнений (10″ — в нашем обозначении — Д.О.) в уравнении (11 — в нашем обозначении — Д.О.) в пределе слабых полей и малых скоростей"[1].

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 262.

[2] Так как уравнение $R_{\mu\nu}=0$ для пустого пространства в точности совпадает с гравитационным уравнением ОТО.

Так сказать, этот ошибочный выбор теории Эйнштейна-Гроссмана (теория Э-Г) был подкреплен впоследствии физическим критерием, связанный с неправильным пониманием принципа причинности по отношению к общековариантным уравнениям[2]. Позже Эйнштейн обнаружил еще один физический селектор в пользу этого выбора, продиктованный ковариантностью закона сохранения энергии-импульса в условиях поля тяготения лишь относительно линейных преобразований[3].

Значит контрпродуктивный выбор, согласно Визгину, обусловлен тем, что в новой познавательной ситуации, возникшей после геометризации гравитации и выдвижения принципа ковариантности, столь мощные орудия построения физических теорий-принципы соответствия, причинности и сохранения "дали осечку" (по нашей терминологии, они выполнили в построении ОТО *антиэвристическую* функцию, направив формальное исследование математического аппарата ОТО по ложному пути)[4]. Так ли это было? К анализу данной ситуации вернемся значительно позже.

Весной 1913 г. после ряда неудач в поиске тензора $\Gamma_{\mu\nu}$ Эйнштейн и Гроссман, как мы уже знаем, предложили, что для уравнений гравитационного поля инвариантная группа должна быть ограничена только линейными преобразованиями. В итоге они пришли к ньютоновой теории гравитации при переменной величине g_{44} как функции χ, если поле статическое. Следовательно, предложив общековариантный подход, Эйнштейн и Гроссман ставили перед собой цель обобщить уравнение Пуассона так, чтобы место скалярного потенциала занял тензор $g_{\mu\nu}$, определяющий пространственно-временную метрику; чтобы место лапласиана Δ заняла некоторая общековариантная структура из первых и вторых производных по координатам и, наконец, чтобы плотность массы была замещена, в силу релятивистского подхода, тензором энергии-импульса.

Цюрихский этап становления ОТО завершается гибридной тензорной теорией тяготения, в структуре которой можно найти некоторые основные элементы математического аппарата будущей ОТО: ("четырехзначковый символ Кристоффеля", формальный конструкт (9) — тензор Риччи, формальный гештальт (10)). Поэтому можно заключить выводом методологи-

[1] Визгин В.П. *Роль принципа соответствия в генезисе общековариантных уравнений гравитационного поля* // Принцип соответствия. Историко-методологический анализ. – М.: Наука, 1979. С. 155.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 265.

[3] Там же. С. 272.

[4] Визгин В. П. Указ. статья. С. 156.

ческого характера: Эйнштейн совместно (и с помощью) с Гроссманом завершил весьма гипотетическое нефундаментальное теоретическое исследование на пути к окончательной ОТО.

Венский этап становления ОТО. Последующий берлинский этап становления ОТО предваряет доклад, сделанный Эйнштейном в Вене перед обществом естествоиспытателей 23 сентября 1913 г. Этот доклад важен для рассматриваемой нами темы, касающейся выбора будущей ОТО на фоне появившихся к тому времени теорий тяготения Г. Нордстрёма, М. Абрагама и Г. Ми. Последние были навеяны пражскими статьями (в частности, июньской статьей 1911 г.) Эйнштейна[1]. Суть теории тяготения Абрагама заключалась в генерализации теории Эйнштейна с переменной скоростью света в статическом гравитационном поле на нестатическое, а теории тяготения Нордстрёма — включении принципа эквивалентности в теорию относительности с постоянной скоростью света. В свою очередь, теория тяготения Ми не удовлетворяла принципу эквивалентности (как одному из критериев-селекторов в выборе теории тяготения по Эйнштейну), т.е. в ней отношение гравитационной и инертной масс зависело от физических параметров, таких, как скорость и температура. Более того, теория Ми не предсказывала ни красное смещение, ни искривление лучей света, но, в то же время, в ней скорость света остается постоянной. Поэтому последняя является *псевдотеорией,* и с самого начала Эйнштейн отбрасывает рассмотрение теории Ми из доклада, так как она не выдерживала критики[2].

Возвращаясь к теории Абрагама, заметим, что он попытался включить представление о непостоянстве скорости света в СТО, что является нонсенсом, ибо оно противоречит одному из фундаментальному принципов последней. После определенных математических выкладок Абрахам приходит к выражению (3) эйнштейновской июньской статьи 1911 г.:

$$C=C_2[1+(\Phi_1-\Phi_2)/C^2]$$

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 165.

[2] Здесь не рассматриваем векторные теории тяготения О. Хевисайда и Лоренца (1900 г.), Р. Ганса (1905 г.) и Ф. Уикера (1906 г.), выросшие из замечания Д. Максвелла, сделанного в "Динамической теории электромагнитного поля" (См.: Максвелл Дж. *Избранные сочинения по теории электромагнитного поля.* – М., 1952. С. 345). Максвелл пишет: "После того как мы проследили действие окружающей среды как на магнитные, так и на электрические притяжения и отталкивания и нашли, что она обратно пропорциональна квадрату расстояний, мы, естественно, приходим к вопросу: нельзя ли свести притяжение к гравитации, следующей такому же закону, к действию окружающей среды". Используя, таким образом, свой излюбленный метод физических аналогий, Максвелл выдвинул первую векторную гипотезу тяготения, предложив изменение знака на противоположный при переходе от электромагнитной к гравитационной пондемоторной силе, ибо он учитывает силы отталкивания между одноименными зарядами. Упомянутые выше векторные теории не выдерживают критики из-за указанного Максвеллом парадокса с отрицательной энергией. Следовательно, победили скалярные теории тяготения.

(12)

При этом Абрагам делает замечание о том, что "непостоянство значения С означает, что лоренцева группа сохраняется в бесконечно малом"[1]. Эйнштейну ничего не стоило опровергнуть это утверждение. Так началась, некорректная со стороны Абрагама, дискуссия с Эйнштейном[2]. На наш взгляд, попытка Абрагама включить тяготение в СТО — уже состоявшуюся[3] фундаментальную теорию была, конечно, обречена. Вот почему: эта попытка разрушает теоретическую программу СТО, ставит под сомнение лоренц-инвариантность и т.д. Эйнштейн понимал, что включение тяготения в СТО означает конец ее безусловной справедливости.

В случае теории тяготения Абрагама селективная ситуация создавалась не столько по отношению к гибридной теории тяготения Эйнштейна-Гроссмана (хотя в большей степени она присутствует), но в то же время — по отношению к СТО. Видимо, Абрагаму были глубоко чужды взгляды Эйнштейна, ибо как пишут Борн и Лауэ: "…он любил свой абсолютный эфир, свои уравнения поля, свой твердый электрон…"[4]. Очевидно, в выборе между СТО и своим вариантом теории относительности с Абрагамом сыграло злую шутку (антиэвристическую функцию как в случае с А. Пуанкаре при интерпретации СТО) его мировоззрение, находившееся под сильным влиянием классического прошлого родной ему науки "как первой любви, память о которой не умирает с годами" (Борн и Лауэ).

Но вернемся к рассмотрению теории тяготения Г. Нордстрёма в свете теории Э-Г (даже с учетом теории Абрагама). Нордстрём выбрал вполне разумный путь из сложившейся селективной ситуации: "раз и Эйнштейн, и Абрагам столкнулись с огромными трудностями из-за зависимости Ф от с, почему бы не попытаться построить такую теорию тяготения, в которой с не зависела бы от Ф, но при этом по-прежнему оставалась универсальной константой"[5]. В своей первой теории тяготения он замещает зависимость от Ф не скорость света, а массу (1912 г.). Впоследствии эта несовершенная теория уступила свое место его второй тензорной теории тяготения (1913 г.), которая обладала свойством лоренц-инвариантности и удовлетворяла законам сохранения, т.е. содержала в своей структуре тензор энергии-импульса гравитационного поля. Вторая теория тяготения Нордстрёма не противоречила принципу эквивалентности:

$$\Delta\varphi=-\chi E/c^4 \qquad (13)$$

Согласно этому выражению гравитационная масса пропорциональна

[1] Цит. по указ. кн. А. Пайса. С. 232.

[2] Там же. С. 222–223.

[3] Хотя в то время не всем это было ясно.

[4] Цит. по указ. кн. А. Пайса. С. 223.

[5] Там же. С. 223.

полной энергии системы. Позже Дикке показал, что результат Нордстрёма представляет собой слабый принцип эквивалентности, но вместе с тем, теория Нордстрёма "не удовлетворяет сильному принципу эквивалентности, в соответствии с которым предполагается, что в невращающейся свободно падающей лабораторной системе все законы физики имеют такой же вид, как и в пространстве в котором отсутствует поле тяготения"[1]. В прощальном докладе перед физическим обществом Цюриха Эйнштейн заметил, что теория Нордстрёма проще и правдоподобнее, чем теория Э-Г, но в то же время не проливает свет на относительность неравномерного движения. Кроме того, он выразил надежду, что в будущем обнаруженное в опыте искривление световых лучей, предсказанное теорией Э-Г, но отсутствующее в теории Нордстрёма, позволит определить, какая из теорий верна[2]. Отсюда ясно, что эта теория не вполне самодостаточна и не лишена серьезных недостатков.

Резюмируя сказанное выше, можно считать, что в 1913 г. подлинной альтернативой теории Э-Г была вторая теория тяготения Нордстрёма[3] как более последовательная релятивистская теория гравитационного поля. Как показал анализ, в качестве селекторов выбора теорий тяготения Эйнштейн выдвигал, на наш взгляд, два требования: а) теория должна удовлетворять лоренц-инвариантности и законам сохранения и б) включать в себя принцип эквивалентности. Формально теория Нордстрёма удовлетворяла этим двум селективным критериям, но она была построена на априорном введении евклидова четырехмерного пространства. "Эта вера (в евклидовость пространства — Д.О.), по-моему, уже превращается во что-то вроде предрассудка"[4]. Эта цитата свидетельствует о том, что Эйнштейн готов и настроен на пересмотр четырехмерного псевдоевклидового пространства, т.е. ППВМ Минковского в структуре СТО.

Что касается теории тяготения Нордстрёма, то она впоследствии оказалась *псевдоальтернативной* теории Э-Г, ибо чуть позже Эйнштейн в сотрудничестве с Фоккером сумели показать, что теория Нордстрёма является *фрагментной* по отношению к последней. Ими и это было показано на основании того обстоятельства, что Нордстрём ввел в свою теорию дополнительное условие постоянства скорости света. Тем самым проблема альтернативного выбора "Нордстрём-Эйнштейн" полностью снимается. Следовательно, в этой связи возникает несколько искусственная селективная ситуация "теория Нордстрёма — СТО Эйнштейна", так как в обеих теориях скорость света является постоянной величиной. "Тем не менее, эта теория (Нордстрёма — Д.О.) является более общей, чем СТО"[1]. Это можно показать следующим образом. Из переписанного Эйнштейном и Фоккером уравнения Нордстрёма:

$$\delta \int d\tau = 0;\ \ dr^2 = -\, g_{\mu\nu} dx^{\mu} dx^{\nu};\ \ g_{\mu\nu} = \varphi^2 \eta_{\mu\nu}\ ; \qquad (14)$$

можно доказать, что релятивистские эффекты замедления темпа времени и сокращения длин СТО не вытекают, но вместо этого $-dt_0 = dt/\varphi$, $dl_0 = dl/\varphi$, что соответствует независимости скорости света от φ, так как φ замещает $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$. Таким образом, эта селективная ситуация разрешается в "пользу" теории Нордстрёма, ибо она выходит за рамки СТО, являясь частью *нефундаментального теоретического исследования* в качестве *фрагментной* теории будущей ОТО. Данным обстоятельством определяется несколько искусственный характер селективной ситуации "теория Нордстрёма — СТО", разрешение которой не отменяет (не фальсифицирует) СТО[2].

В качестве резюме венского этапа развития ОТО можно утверждать, что рассмотренные выше селективные ситуации, связанные с *комплексной* теорией тяготения Абрагама [3], *фрагментной* теорией Нордстрёма, *псевдотеорией* Ми и *гибридной* теорией Э-Г, составили стадию весьма *гипотетического нефундаментального теоретического исследования (и знания)* окончательной ОТО.

Прежде чем перейти к берлинскому этапу завершающего становление ОТО, можно сказать, что Эйнштейн и Фоккер почти угадали формальный гештальт основного уравнения будущей ОТО:

---

[1] Там же. С. 225.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 317.

[3] Неслучайно Эйнштейн посвятил анализу теории Нордстрёма четверть своего венского доклада "К современному состоянию проблемы тяготения" (См.: Эйнштейн А. СНТ. Т. 1.). В то время, Эйнштейн лишь вкратце коснулся теории тяготения Абрагама и не упомянул теорию Ми. Стало быть, Эйнштейн еще до своего доклада выбрал в качестве альтернативы вторую теорию тяготения Нордстрёма.

[4] Цит. по указ. кн. А. Пайса. С. 227.

[1] Там же. С. 228.

[2] Лишь уточняет границы применимости СТО.

[3] Комплексный характер теории тяготения Абрагама определяется тем, что он при построении ее привлек КТТ Ньютона, СТО (но в то же время, отказавшись от принципа постоянства скорости света) и теорию тяготения Эйнштейна 1911 г. При этом Абрагам обобщил уравнение Ньютона для точечной частицы:

$\vec{k} = -\nabla\varphi = \vec{\alpha}$, где $\vec{k}$ — сила тяготения действующая на единицу массы, φ — потенциал, $\vec{\alpha}$ — ускорение. Ранее мы уже писали о том, что Абрагам обобщил эйнштейновский результат июньской статьи 1911 г. на нестатическое поле. Здесь не приводим его математический вывод формулы (12), чтобы не "перегружать" текст уравнениями.

$$R = \text{const} \cdot T, \qquad (15)$$

где

$$R = g^{\mu\nu} R_{\mu\nu} \qquad (15')$$

скаляр кривизны, полученный из тензора Риччи $R_{\mu\nu}$ (См.: (9)), в котором значения задаются уравнением (7). Потом они доказали эквивалентность уравнений $R = \text{const} \cdot T$ и $-\Psi\square\Psi = \chi T$. Таким образом, ими и выбран формальный гештальт основного уравнения ОТО.

В 1914 г. Эйнштейн, по Пайсу, все еще неверно представлял себе часть проблем, связанных с причинностью, кроме того, не знал элементарных свойств тензоров. Но, в то же время, он был убежден, что выбранное им направление в принципе верно[1].

В статье, завершенной 26 ноября 1914 г. Эйнштейном, имеется замечание о том, что возражение против общей ковариантности, связанной с законом сохранения энергии-импульсА, в целом ошибочно из-за того, что компоненты энергии и импульса поля тяготения не всегда должны образовывать тензор[2]. В некотором смысле оно было связано с принципом причинности. Согласно последнему, общая ковариантность гравитационных уравнений, по Эйншейну, должна обеспечивать одному и тому же распределению энергии-импульса в пространстве-времени — $T_{\mu\nu.}$ однозначное соответствие одной системы величин $g_{\mu\nu.}$ В случае, если $T_{\mu\nu}$ соответствует более, чем одна система $g_{\mu\nu}$, то эта неоднозначность нарушала принцип причинности[3].

На самом деле это рассуждение свидетельствовало о том, что Эйнштейн все еще неправильно понимал общую ковариантность, согласно которой возможен переход от одной системы величин $g_{\mu\nu}$ к другой путем преобразования координат, содержащего произвольную векторную функцию, без изменения геометрии пространства-времени. Значит только выбор определенной системы координат устраняет такого рода произвол, фиксируя значение этой функции.

Стало быть, правильное понимание общей ковариантности и ее верное физическое истолкование создавали возможность Эйнштейну адекватно выбрать общековариантные гравитационные уравнения вида (10′′).

Берлинский этап становления (завершения) ОТО. Известно, что Эйнштейн верил в "старую" (мы назвали "старой" по аналогии со "старой квантовой механикой") ОТО — теорию тяготения Э-Г до июля 1915 г. Далее, между июлем и октябрем, он нашел возражения против нее, а окончательный вариант был им разработан между концом октября и 25 ноября 1915 г.[1]

Берлинский этап становления ОТО знаменуется переходом от "старой" ОТО к окончательной ОТО, т.е отказа от теории Э-Г. Последний был обусловлен: ограниченной ковариантностью, которая не включала в себя равномерное движение, т.е. уравнения гравитационного поля могли быть ковариантны лишь относительно линейных преобразований (математический селектор), это во-первых; во-вторых, смещение перигелия Меркурия получалось вдвое меньше наблюдаемого (эмпирический селектор) и, в-третьих, полученное в октябре 1914 г. доказательство единственности гравитационного лангранжиана оказалось неверным (ошибочный результат как селектор). Значит, смена (или выбор) старого варианта теории тяготения (теория Э-Г) на окончательный ее вариант ОТО проходила под знаком преодоления названных нами в качестве "селекторов" трудностей принципиального характера, нашедшая отражение в четырех опубликованных друг за другом, с интервалом в одну неделю, ноябрьских статьях берлинского периода жизни и научной деятельности А.Эйнштейна. В этих статьях Эйнштейн продолжал, начатое совместно с Гроссманом, формальное исследование по поиску адекватного математического аппарата формирующейся ОТО.

В первой статье[2] Эйнштейн предложил новый вариант своей теории, "основанной на постулате ковариантности всех систем уравнений относительно преобразований с определителем I". Таким образом, он вернулся к требованию более общей ковариантности уравнений гравитационного поля. Тем самым Эйнштейн сделал, если так выразиться, "обратный" по отношению к 1913 г. выбор математического формализма, отказавшись от гравитационных уравнений, инвариантных лишь относительно линейных преобразований — от плода совместного с Гроссманом труда. Последнее

[1] Пайс А. Указ. кн. С. 234–235.
[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 366.
[3] Там же. С. 265.

[1] В своем знаменитом письме от 28 ноября 1915 г., адресованном А. Зоммерфельду в Мюнхен, Эйнштейн пишет: "…В течение последнего месяца я пережил один из наиболее волнующих и напряженных периодов моей жизни и вместе с тем и наиболее плодотворных. О письмах я не мог даже думать. Именно, я узнал, что мои прежние уравнения гравитации совершенно безосновательны. Об этом свидетельствуют следующие соображения: 1) я доказал, что гравитационное поле в равномерно вращающейся системе не удовлетворяет уравнениям поля. 2) Для движения перигелия Меркурия получается 18″ за столетие вместо 45″. 3) Путем ковариантного рассмотрения мне не удалось за последние годы получить Н-функцию Гамильтона… Отсюда следует, что ковариантность относительно "приспособленных" координатных систем была пустым делом. После того, как вера в результаты и методы прежней теории (теории Э-Г— Д.О.), таким образом была утеряна, я ясно увидел, что удовлетворительное решение может быть найдено только путем обращения к общей теории ковариантности, т.е. к ковариантам Римана". (См.: Эйнштейн А. *Письмо Зоммерфельду от 28 ноября 1915 г.* // Зоммерфельд А. *Пути познания в физике*. – М., 1973. С. 192–193).
[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 425.

ограничение нашло в свое время математическое обоснование в ходе доказательства им единственности гравитационного лагранжиана (октябрь 1914 г.). В данной статье Эйнштейн, преодолев это свое заблуждение, сделал еще один шаг к правильной теории.

В процессе формального исследования он значительно упрощает те уравнения, которые получили совместно с Гроссманом, в том числе тензор Риччи (9). Так называемое унимодулярное преобразование[1] расщепляет тензор Риччи на две части, каждая из которых также является тензором:

$$R_{\mu\nu}=r_{\mu\nu}+S_{\mu\nu}. \qquad (16)$$

На основании расщепления тензора Риччи Эйнштейн записал уравнение гравитационного поля:

$$r_{\mu\nu}= -\chi T_{\mu\nu}, \qquad (17)$$

ковариантное относительно локальных унимодулярных преобразований. Достоинством этого уравнения является то, что в предельном случае слабого статического поля из нее выводится закон Ньютона. В доказательстве этого вывода Эйнштейн "положил произвольно", иначе говоря, свободно выбрав систему отсчета:

$$dh^{\mu\nu}/dx^{\nu} =0. \qquad (18)$$

Далее, из (17) и (18) следует:

$$\Box h_{\mu\nu}=2\chi T_{\mu\nu}. \qquad (19)$$

Из нее можно дедуктивно вывести в качестве предельного случая уравнение Ньютона-Пуассона.

Во второй статье[2] Эйнштейн предложил, что уравнения должны удовлетворять выражению

$$\sqrt{g} =1, \qquad (20)$$

но в то же время, они должны быть инвариантны относительно унимодулярных преобразований. Эйнштейн записал уравнение (17) в виде:

$$R_{\mu\nu}= -\chi T_{\mu\nu}, \qquad (21)$$

где произошло замещение расщепленного тензора полным тензором Рич-

[1] Унимодулярные преобразования позволяют упростить операцию над тензорами, так как $\sqrt{g}$ представляя собой скаляр относительно их, отождествляет тензоры с тензорными плотностями.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 435.

чи — $R_{\mu\nu}$. Однако потом было установлено, что в уравнении (16) составляющий тензор $S_{\mu\nu}=0$, т.е. как будто бы все остается на своих местах и вновь он приходит к уравнению (17), полученному неделю назад. На самом деле это не так. Из уравнения (20) и уравнения

$$\frac{\partial}{\partial x^{\alpha}}\left(g^{\alpha\beta}\frac{\partial \ln\sqrt{1}}{\partial x^{\beta}}\right)=-\chi T \qquad (22)$$

следует, что T=0. Иначе говоря, след $T_{\mu\nu}$- тензора энергии=импульса T становится равным нулю для электромагнитных полей, но не для вещества. Так как это приводит к парадоксу, для устранения которого Эйнштейн предложил "что молекулярные гравитационные поля являются существенной частью материи"[1], далее он рассматривает сумму, в которую в качестве слагаемых входят T′ и след электромагнитного поля. Тогда T′ может быть положительным даже при T=0.

В третьей статье[2] Эйнштейн сделал два крупных открытия: а) количественное объяснение прецессии перигелия Меркурия — без "…необходимости делать какие-либо предположения"[3]; при этом он получил значение,

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1. С. 436.

[2] Там же. С. 439.

[3] В 1859 г. французский астроном У. Ж. Леверье обнаружил аномалию в орбитальном движении Меркурия. По Леверье перигелий Меркурия смещается на 38″ за столетие. В качестве причин прецессии перигелия выдвигались различного рода предположения типа гипотез ad hoc: 1) увеличение массы Венеры на 10% (Леверье); 2) рой астероидов между Меркурием и Солнцем (Леверье); 3) существование между Меркурием и Солнцем планеты Вулкан (Леверье); 4) наличие спутника у Меркурия (Хертль); 5) влияние межпланетной пыли; 6) сплющенность Солнца и кольца малых планет между Меркурием и Венерой (Ньюком) или между Марсом и Юпитером (Харцер, Равене); возмущающее действие Зодиакального света (Харцер, Зеелигер) и т.д. Все эти гипотезы строго подчинялись закону тяготения Ньютона. Но в то же время некоторые ученые выдвигали предположения, связанные с отклонением от закона Ньютона: например, Лоренц и другие, вводили в выражение 1) членов, зависящих от скорости или Ньюком считал, что притяжение Солнца не вполне точно соответствует этому выражению. Выражение ньютоновской силы тяготения дополнялось членами, характерными для дальнодействующих электродинамических законов Вебера (Зеегерс, Хольцмюллер, Цельнер, Тиссеран, Ж.Бертран и др.), Гаусса (Ж. Бертран, Тиссеран и др.), Римана (Лиман, Леви и др.), Клаузиуса (Оппенгейм) и зависящими от величин порядка v2/c2, где v — относительная скорость тяготеющих тел и c — скорость света. Некоторые ученые видоизменяли закон всемирного тяготения Ньютона с учетом возможной скорости распространения гравитации (Леман-Фильес, Геппергер, Оппольцер и др.), относительно слабого поглощения тяготения при ее распространении в пространстве (Зеелигер, К. Нейман и др.) и незначительного его отклонения от зависимости I/r2, т.е. вместо нее I/r2+ε, где ε≈0,00000016 (Холл, К. Нейман, Ньюком и др.). Перечисленные выше причины носили характер гипотез ad hoc и адекватно не объясняли это астрономическое явление. В свою очередь, ОТО Эйнштейна в противовес этим искусственным объяснениям вполне естественно объясняла эту аномалию. Таким образом, Эйнштейн с помощью математики заставил "заговорить" Природу: "В течение нескольких дней (трех — Д.О.) я был вне себя от радости". Он так признавался Фоккеру. Более того, это открытие вызвало у него "учащенное

равное (45±5)"; б) "Световой луч, проходящий вблизи поверхности Солнца, должен испытывать отклонения на угол 1,7″ (вместо 0,85″)".

Здесь не будем приводить все математические выкладки (они есть в учебниках), но заметим, что из уравнения для пустого пространства $r_{\mu\nu}=0$, при условии $\sqrt{g}=1$, с помощью приближенного метода Эйнштейну удалось получить выражение:

$24\pi^3a^2/T^2c^2(1-e^2)$

для прецессии Меркурия за один оборот (a — большая полуось, T-период обращения, e — эксцентриситет). Эта формула дает значение для прецессии перигелия Меркурия за столетие равное 43″, что соответствует современному наиболее точному — (43,11±0,45)″.

Что касается второго крупного открытия, можно сказать, что Эйнштейн получил значение искривления световых лучей вдвое больше того, которое он вычислил в обзоре 1907 г. Для этого он подставил $q_{\mu\nu}$ в выражение $g_{\mu\nu}dx^{\mu}dx^{\nu}=0$ и затем обратился к помощи принципа Гюйгенса. Это предсказание теории впоследствии блестяще подтвердилось.

В четвертой статье[1] Эйнштейн, наконец-то, пришел после долгого и упорного, полного драматизма, поиска (формального исследования) к основному уравнению ОТО:

$$R^{\mu\nu}=-\chi(T-(1/2)\,g^{\mu\nu}T)\,. \qquad (23)$$

Уравнение (23) можно преобразовать и получить тождественное ей уравнение:

$$R_{\mu\nu}-(1/2)g_{\mu\nu}R=-\chi T_{\mu\nu}\,, \qquad (24)$$

где $R_{\mu\nu}$ задается уравнением (9), а $R=R^{\mu\nu}g_{\mu\nu}$ уравнения (24) соответствует структурам ранее нами упомянутых формальных гештальтов (10) и (15 и 15′), элементы которых замещены соответствующими математическими выражениями.

В упомянутом нами письме А. Зоммерфельду от 28 ноября 1915 г. Эйнштейн отчасти показывает эвристический путь, приведший его к уравнению (24): "Уравнения гравитационного поля общековариантны. Если (*ik,lm)* — тензор Кристоффеля четвертого ранга, то $G_{im}=\sum_{k,l} g^{kl}(ik,lm)$ — симметричный тензор второго ранга. Уравнения гласят

сердцебиение". Эйнштейн писал де Хаазу о том, что у него "внутри что-то оборвалось". Так что "без эмоций нет познания". Безусловно в этом прав В. И. Ленин.

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. 1.

$$G_{im}=-\chi(T_{im}-\frac{1}{2}\,g_{im}\sum_{\alpha,\beta} g^{\alpha\beta}T_{\alpha\beta}),$$

где $\sum_{\alpha,\beta} g^{\alpha\beta}T_{\alpha\beta}$ — скаляр тензора энергии "материи", для которого в дальнейшем я использую обозначение T"[1]. Далее он замечает, "что легко вводить эти общековариантные уравнения, но трудно понять, что они являются обобщениями уравнения Пуассона; нелегко также осознать, что они удовлетворяют законам сохранения"[2]. Здесь же Эйнштейн предлагает теорию "замечательно упростить" путем выбора системы отсчета, предложив $\sqrt{g}=1$. Тогда гравитационные уравнения принимают следующий вид:

$$-\sum_{l}\frac{\partial\left\{\begin{matrix}im\\ l\end{matrix}\right\}}{\partial x_l}+\sum_{\alpha,\beta}\left\{\begin{matrix}i\alpha\\ \beta\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}m\beta\\ \alpha\end{matrix}\right\}=-\chi\left(T_{im}-\frac{1}{2}\,g_{im}T\right).$$

"Еще три года назад мы обсуждали с Гроссманом эти уравнения (без второго члена правой части), — вспоминает Эйнштейн цюрихский период поиска этого уравнения, — но тогда мы решили, что они не содержат ньютоновское приближение, что было ошибкой"[3]. При этом он подчеркнул, что "осознание" значения "родственного символа" Кристоффеля $\left\{\begin{matrix}im\\ l\end{matrix}\right\}$ дало ключ к решению проблемы ньютоновского приближения. В некотором смысле "принятое" в гибридных теориях (типа теории Э-Г) неправильное отождествление физических понятий с их математическим представлением в новой теории послужило причиной устойчивой иллюзии физической осмысленности псевдоуравнений гравитационного поля, ковариантных относительно лишь линейных преобразований. Это касалось отождествления в теории Э-Г напряженностей поля тяготения с математическими величинами $\frac{1}{2}\sum_{\tau} g^{\nu\tau}\,\frac{\partial g^{\sigma\tau}}{\partial x_{\beta}}$. Но как только Эйнштейн понял свое заблуждение и нашел новый способ отождествления понятий напряженности поля в ОТО и ньютоновской теории, общековариантные уравнения типа (10″) и соответствующий лангранжиан левой части приобрели опреде-

[1] Эйнштейн А. *Письмо Зоммерфельду от 28 ноября 1915 г.* // Зоммерфельд А. *Пути познания в физике*. С.193.

[2] Там же.

[3] Там же.

ленный физический смысл[1].

В поиске гравитационного уравнения ОТО Эйнштейн не воспользовался вариационным принципом в отличие от Гильберта[2]. Поэтому закон сохранения энергии и импульса выступает в качестве ограничения (селектора) теории. Если бы к этому времени он знал так называемые тождества Бьянки (так как левая часть преобразованного уравнения (24) удовлетворяет четырем тождествам Бьянки:

$$(R^{\mu\nu}-(1/2)g^{\mu\nu} R);_{,}=0 , \qquad (25)$$

то получил бы закон сохранения энергии-импульса $T;^{\mu\nu}_{\nu}=0$ (26) почти автоматически из общей ковариантности уравнений (23) и (25)[3]. Значит, уравнение (24) соответствует принципу сохранения энергии-импульса, т.е. одному из основных физических критериев выбора математической структуры для выражения теоретического закона. При этом ранее упомянутое выражение $\sqrt{g}=1$, играющее одну из основных ролей во втором и третьем статьях теперь уже выполняет функцию математического селектора, с помощью которого выбирается удобная система координат (выполняет подсобную функцию).

Если уж сравнить достигнутый результат (23) четвертой берлинской статьи Эйнштейна с результатом формального исследования цюрихского этапа ОТО, проведенного совместно с Гроссманом, в рамках их гибридной теории, то они как мы уже знаем из письма Эйнштейна к Зоммерфельду, пришли к уравнению (23), "только" без второго члена в правой части (-1/2 $g_{\mu\nu}T$), но при этом сделали неверное заключение, что оно не содержит ньютоновское приближение[4].

Почти одновременно с Эйнштейном Д. Гильберт "открыл" основное уравнение ОТО (24), идя к ней несколько иным путем[5]. При выводе этого

[1] Визгин В. П. Указ. статья. С. 160.

[2] Процесс поиска уравнения (24) Д. Гильбертом рассмотрим чуть позже.

[3] Уравнение (25) — "выражение для свернутых тождеств Бьянки — было получено гораздо раньше: сначала немецким математиком Аурелем Фоссом в 1880 г., затем независимо Риччи в 1889 г. и, наконец, независимо бывшим учеником Клейна Луиджи Бьянки в 1902 г." (См. подробно: Пайс А. Указ. кн. С. 265.). Это обстоятельство еще раз подтверждает мысль о том, что в некотором отношении развитие математики опережает эволюцию физических идей, тем самым, она (математика) подставляет для физики тезаурус готовых математических идей и структур; а физику остается удачно выбрать из нее соответствующую физическому принципу математическую структуру. Незнание математической литературы порой затрудняло работу Эйнштейна.

[4] На формальное исследование, чтобы получить фундаментальное уравнение (23) после совместной с Гроссманом статьи, Эйнштейн потратил целых три года. Стало быть, фундаментальное теоретическое исследование ОТО заняло три года.

[5] Создается впечатление, что Эйнштейн и Гильберт соревновались, кто раньше получит этот фундаментальный результат. "Итак, 25 ноября Эйнштейн представил на заседании Прусской

уравнения он применил вариационный принцип, но в отличие от Лоренца и Эйнштейна, ранее применявших последний, записал его (уравнение) правильно. Таким образом, Гильберт продемонстрировал свое математическое преимущество перед физиками[1]. Это преимущество у Гильберта по отношению к физическому содержанию становилось "недостатком": делало — изложение физических работ Гильберта "технически трудным" (А. Пайс), "уравнения настолько сложными, что он не смог их проверить" (О. Клейн), "излишне детализированным", "излишне усложненным", "недобросовестным по структуре" "изложением" "сверхчеловека" (математического гения — Д.О.), скрывающего свой метод" (А. Эйнштейн).

В селективной ситуации "Эйнштейн-Гильберт" надо согласиться с А. Пайсом: "Я считаю, что Эйнштейн — единоличный создатель физической теории (ОТО), в то время как получение ее фундаментальных уравнений следует поставить в заслугу как ему, так и Гильберту"[2].

Итак, "серия моих статей о тяготении — это цепь неверных шагов, которые, тем не менее, постепенно привели" Эйнштейна к статье 25 нояб-

академии окончательный вариант уравнений гравитационного поля, — пишет А. Пайс. — За пять дней до этого Давид Гильберт представил в Научное общество Геттингена работу, в которой были приведены такие же уравнения, но с одним отличием. Эйнштейн, наученный ошибками предыдущих недель, оставил структуру тензора Tμν совершенно свободной, определив лишь свойства преобразований и сохранения. Гильберт же, — продолжает А. Пайс, — подробно определил характеристики как силы тяготения, так и всех других сил. Поэтому (в чем собственно, и состоит отличие) у него тензор Tμν имеет определенную динамическую форму: "…я считаю, что (в моей статье) дается одновременно решение задач как Эйнштейна, так и Ми" (Гильберт). (См.: Там же. С. 249). На наш взгляд, когда Гильберт упоминает псевдотеорию Ми, ранее раскритикованной и отброшенной Эйнштейном, показывает, что он недопонимал физическую сущность ОТО. "Подход Гильберта к проблеме материи, — писал Эйнштейн в одном из своих писем, — представляется мне ребяческим".

[1] Только один факт демонстрирует его математическое преимущество перед Эйнштейном. Существует точка зрения А. Пайса о том, что ни Гильберт, ни Эйнштейн не знали, ранее упомянутые нами тождеств Бьянки: "Итак, я утверждаю, что ни Гильберт, ни Эйнштейн не знали, ранее упомянутые нами тождеств Бьянки в тот критический ноябрь 1915 г." (См.: Пайс А. Указ. кн. Гл. 15. 3. Там же. С. 251). Мы уже убедились выше, что тождества Бьянки имеют фундаментальное значение для поиска или выбора математической структуры основного уравнения (23–25) ОТО. Поэтому научный редактор указанной книги А. Пайса акад. А. А. Логунов категорически не согласен с ним: "С тем, что Эйнштейн не зная тождеств Бьянки, можно полностью согласиться. Этот вывод проф. Пайса правилен. Что же касается Гильберта, то это тождество он доказал сам. Более того, он установил общее тождество, откуда в частном случае он и получил тождество, называемое в литературе тождеством Бьянки. В работе Гильберта (1915 г.) доказана специальная теорема". (См.: Логунов А. А. *Предисловие научного редактора перевода.* В указ. кн. Пайса А. С. 6). Значит, Гильберт в 1915 г. уже знал вариационный смысл тождеств Бьянки (а не Вейль в 1917 г., как утверждает Пайс). Нам кажется, вот почему Гильберт опередил Эйнштейна в получении основного уравнения ОТО на несколько дней.

[2] Пайс А. *Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна*. С. 253. При этом Пайс ссылается на Клейна: "…не может быть спора о приоритете, поскольку авторы использовали настолько разный подход, что сопоставимость полученных ими результатов стала очевидной отнюдь не сразу". (См.: Там же.).

ря 1915 г. — окончательному варианту ОТО — знаменитому уравнению (24), вывод, которого "ужасен" (Эйнштейн)[1].

Берлинский этап становления (завершения) ОТО является триумфальным финишем восьмилетних усилий и раздумий Эйнштейна над природой тяготения. В построении этой теории он проявил моцартовское начало в своем научном творчестве. "Выше всего он ставил естественность и простоту прекрасного. — Пишет Б. Хофман в своем исследовании творчества Эйнштейна. — Моцарт был его идеалом. Когда-то кто-то сказал ему, что Бетховен более великий композитор, Эйнштейн с этим не согласился. Он сказал, что музыка Бетховена создана, — продолжает Б. Хофман, — а вот музыка Моцарта настолько совершенна, что кажется, будто она всегда существовала во Вселенной и ожидала прихода Мастера, который бы ее открыл"[2]. Не будет ошибкой, если сказать, что он сам олицетворял Мастера, обладающего "высшей музыкальностью мысли" (высказывание Эйнштейна по отношению к Н. Бору) в области познания Природы.

Философское мировоззрение А. Эйнштейна и становление ОТО[3]. Мы уже не раз отмечали, что Эйнштейн всегда относился к философии серьезно. Но вместе с тем, его философское мировоззрение, на поверхностный взгляд, кажется довольно эклектичным и плюралистичным — разные исследователи научного творчества гениального физика, то и дело выдавали его за берклианца, махиста, кантианца, за сторонника конвенционализма, операционализма, стихийного материализма (чуть ли не за приверженца диалектического материализма) и т.п. Справедливо, однако, лишь то, что он по-настоящему был знаком с работами Демокрита, Платона, Аристотеля, Спинозы, Ламетри, Канта, Беркли, Юма, Маха, Рассела и др. По нашему глубокому убеждению, в них Эйнштейн искал и *выбирал* те философские идеи и принципы, которые помогли бы физику преодолеть трудности его собственной науки, а не махизм, кантианство или материализм. Хорошо известно, что он не разделял к примеру, махистскую позитивистскую философию, несмотря на глубокую симпатию к нему как ученому-механику[4]. Не отдавая дани какой-либо одной из философских систем, Эйнштейн, будь эта субъективно-идеалистическая (берклеанство, махизм, конвенционализм, кантианство и т.д.) или материалистическая (и

[1] Об "ужасности" вывода этого уравнения свидетельствует долгое восьмилетнее (с Гроссманом и без него) формальное исследование выбора его математической структуры.

[2] Хофман Б. *Альберт Эйнштейн: творец и бунтарь*. – М., 1983. С. 200.

[3] Здесь мы будем опираться на исследования В.П. Бранского, Д.П. Грибанова, К.Х. Делокарова, С.В. Илларионова, Б.Г. Кузнецова, Э.М. Чудинова и др. О мировоззрении Эйнштейна отчасти шла речь ранее, когда мы рассматривали эвристическую роль философских принципов в становлении СТО.

[4] Об этом свидетельствует следующая эйнштейновская оценка: "…Насколько Мах был хорошим механиком, настолько он был жалким философом". (См.: Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 111). Также см. Делокаров К.Х. *Эйнштейн и Мах* // *Эйнштейн и философские проблемы физики XX века*. – М., 1979.

реалистическая), тем не менее всегда был близок к естественнонаучному (стихийному, а не диалектическому) материализму (и реализму). "Вера в существование внешнего мира, независимого от воспринимающего субъекта, — пишет он, — лежит в основе всего естествознания… чувственное восприятие дает информацию об этом внешнем мире…"[1] Отсюда не следует, что Эйнштейн был последовательным приверженцем материалистического учения (тем более, диалектико-материалистического — как многие пытались обосновать в эпоху господства марксистской идеологии), но в то же время можно утверждать лишь о его позитивном отношении к отдельным элементам материализма (и диалектики).

Возвращаясь к эйнштейновской симпатии субъективному идеализму (берклианству, махизму и т.д.), также нельзя говорить о нем, как принципиальном сторонике субъективного идеализма берклеанского, юмистского и кантианского толка, но, вместе с тем, в них Эйнштейна привлекали диалектические и гносеологические идеи и установки (в общем, элементы диалектики)[2]. Поэтому он отбрасывал идеалистические идеи их философских систем, в том числе — их субъективистские концепции пространства и времени, агностицизм Юма[3], берклеанский принцип "существовать — значит быть воспринимаемым"[4] и т.д., оставляя эвристические идеи, порывавшие с догматической гносеологией классической механики. Если же остановиться на субъективно-идеалистической системе юмистского толка, то в ней Эйнштейн обнаружил недогматическое, свежее истолкование причинности, которое позволило ему глубже и внимательнее отнестись к ней. При этом, согласно нашей марксистской выучке, как раньше мы привыкли писать, он "очистил эту диалектическую идею от идеалистической шелухи" — от юмовского агностицизма, утверждающего, что "все в познании, что имеет эмпирическое происхождение, недостоверно"[5]. У Юма последнее утверждение было направлено против крайнего эмпиризма лок-

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 136. Также см.: Там же С. 162–163.

[2] Отсюда исходит соблазн объявить Эйнштейна приверженцем "диамата", хотя он ни в коем случае не синтезировал элементы материализма с элементами диалектики с целью создания какого-нибудь философского (хотя бы диалектико-материалистического) учения. Последняя — задача философа. У физика задача другая — адаптировать те или иные философские идеи и принципы, а не материалистические и идеалистические системы, для решения конкретных физических проблем.

[3] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 250–252.

[4] Там же С. 298.

[5] Как известно, бытие внешнего мира материальных объектов для Юма является проблематичным. Люди верят в этот мир, догадываются о нем, отличая его от мира своих чувственных ощущений, восприятий. Таким образом, по Юму, действительность — это поток "впечатлений". Причины, порождающие в нас эти "впечатления" принципиально непознаваемы. Следовательно, отрицание Юмом существования, по существу, субстанции приводит к психологизации содержания сознания субъекта, начиная с ощущений и кончая таким понятием как причинность (См. подробно: Юм Д. *Исследование о человеческом познании*. // Юм Д. *Сочинения*. – М., 1965. С. 154–158.).

ковского и берклианского толка, что немедленно Эйнштейном было “очищено” от агностицизма. Эта процедура привела его к следующему выводу, что наше знание о вещах внешнего мира “состоит исключительно из переработанного сырья, доставляемого нашими органами чувств”[1] С учетом сказанного выше, “очищенный” от кажущейся самоочевидности принцип причинности, заимствованный Эйнштейном из философской системы Спинозы был принят им на вооружение в период создания релятивистской физики. Значит, Юм не одного Канта разбудил от “догматического сна”, но и Эйнштейна, стимулировав у него критическое, непредвзятое отношение к любым положениям физики (пусть это касается причинности, пространства и времени, инерции и т.д.), поскольку все они не содержат абсолютной непреложной истины и оправданием их может быть только опыт.

Что касается эвристического влияния Канта на Эйнштейна, можно, в первую очередь, заметить кантовскую мысль о невозможности полностью вывести все знание из опыта, ибо он всегда неполон, незавершен. Стало быть, по Канту, часть знания не выводится из опыта, а является априорной. Доопытны, по Канту, представления о причинности, пространстве и времени и пр., но без них познавательная деятельность невозможна, так как они являются предпосылками всякого мышления, то, следовательно, достоверное знание основано на чистом мышлении, носит априорный характер. Если бы Эйнштейн воспринял в целом априоризм Канта, то он (априоризм) оказал бы “пагубное влияние на развитие научной мысли, перенеся некоторые фундаментальные понятия из области опыта, где они находятся под нашим контролем, на недосягаемые высоты априорности”[2], т.е. послужил бы тормозом, выполняя антиэвристическую функцию в формировании ОТО. Поэтому Эйнштейн не разделял кантовский априоризм, но в то же время, касаясь возникновения понятий, он иногда писал, что понятия, появляющиеся в процессе познания, с чисто логической точки зрения являются “свободными творениями разума”, что сближало его с Кантом. Эта эйнштейновская точка зрения на происхождение научных понятий дает основание тем, кто пытаются увидеть в нем идеалиста конвенционального толка. Но такая оценка является преждевременной.

Сам Эйнштейн признавался, что идеи Канта он воспринял не сразу. Лишь гораздо позже ему стало понятно, то действительно ценное у Канта: “…Сущность идей Канта можно было бы сформулировать так: “Реальность не дана нам, а задана (так же, как задают загадки)”. Очевидно, это означает следующее: понять то, что происходит вне нас можно с помощью построения понятий, значимость которых целиком основана на их под-

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 250.
[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. II. С. 6.

твержении”[1]. На наш взгляд, ему нравилась в кантовской гносеологии его идея априорных синтетических суждений, предполагающая в некотором роде умозрительное “изобретение” теоретических понятий — конструктов с помощью категорий рассудка. В этом построении, как известно, У Канта большую роль играет учение о “схематизме” чистых понятий рассудка, т.е. об априорной функции, посредством которой чувственный материал подводится под категорию. Безусловно, Эйнштейну импонировала кантовская идея конструирующей способности человеческого сознания, очищенная от априоризма, в отличие от механистического “копийного” отражения предшествующей гносеологии, отвергнутой великим философом.

Исходя из кантовской установки, что “реальность не дана нам, а задана (так же, как задают загадки)”, свободу Эйнштейн интерпретировал весьма своеобразно. “Она не похожа на свободу человека, обязанного решать хорошо составленный кроссворд. Он, собственно говоря, может предложить любое слово в качестве решения, но только *одно* слово действительно решает кроссворд во всех его частях. То, что природа —в том виде, в котором она воспринимается нашими пятью чувствами, - принимает характер красивой загадки является делом убеждения”[2]. Значит, Эйнштейн с термином “свобода” не связывает представление о субъективной произвольности умозрительных процедур создания теоретических конструктов и теоретических принципов. Здесь имеет принципиальное значение адекватный выбор “гештальта”, “идеалов” и др. компонентов умозрительного исследования (и знания), представляющих для него угадывание слов в физическом “кроссворде”. Для Канта в синтетических суждениях, связь между субъектом и предикатом нельзя получить посредством простого анализа понятия субъекта. В них предикат не выводится из субъекта, а соединяется (синтезируется) с субъектом. Стало быть, на наш взгляд, здесь возникает свобода выбора предиката, схожая с угадыванием слов в кроссворде или конструирующей способностью человеческого разума. Таким образом, термин “свобода” у Эйнштейна не означает, что законы науки представляют собой произвольные соглашения (он не конвенционалист в этом смысле), а необходимая составляющая творческого умозрения, т.е. умозрительного исследования. “Теоретические идеи, — писал он, — …не возникают отдельно от опыта и независимо от него; их также нельзя вывести из опыта чисто логическим путем. Их возникновение есть творческий акт”[3]. Выходит, что эйнштейновское объяснение происхождения понятий науки не противоречит нашему: все фундаментальные научные понятия являются продуктами творческого воображения — эвристической

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 307
[2] Там же. С. 204.
[3] Эйнштейн А. СНТ. Т. II. С. 721.

концептуальной интуиции, а не результатом индуктивного вывода из опыта, а также дедуктивного вывода из понятий и принципов существующих теорий.

Теперь, что касается Маха, Эйнштейн утверждал, что ему "прямо или косвенно помогли работы Юма и Маха"[1]. При всем своем критическом отношении к позитивистской философии Маха, о несостоятельности которой не раз утверждал Эйнштейн, он часто апеллировал к его трудам. В них Эйнштейна привлекало критическое отношение Маха к основным принципам классической механики, в котором он находил определенную теоретико-познавательную опору переосмысления классических физических представлений. В этом отношении книга Маха "Механика. Историко-критический очерк ее развития" стала для Эйнштейна в некотором роде эвристической точкой отсчета создания релятивистской физики. В ней Мах поколебал аксиому об абсолютном характере времени и одновременности, пространства и движения, которая, как показал он, произвольна, недостаточно обоснована экспериментальными фактами. Так, в частности, введенное Ньютоном (и им же заимствованное у Демокрита) в физическое познание абсолютное пространство и абсолютное время вызвали критику Маха из-за своих принципиальной несопоставимости с данными опыта, с экспериментом. При этом он отмечал, что "движение может быть равномерным относительно другого движения. Вопрос, равномерно ли движение само по себе, не имеет смысла"[2]. Следовательно, тем самым он хотел показать опытный характер пространственно-временных отношений.

Здесь следует отметить, что основные принципы критики абсолютного пространства Д. Беркли и Э. Махом сходны: Беркли, так же как и Мах, отвергал представление об абсолютном пространстве, поскольку оно ненаблюдаемо. Значит Мах — единственный из физиков в начале XX век, обобщил принцип наблюдаемости на пространственно-временные отношения. Вслед за Беркли, Мах сходным образом подошел к объяснению происхождения сил инерции. По Маху, причиной появления сил инерции в ускоренно движущемся теле является взаимодействие этого тела с наблюдаемой "сферой неподвижных звезд", т.е. при его движении относительно этой сферы. Такое объяснение шло вразрез с объяснением Ньютона, считавшего, что возникновение сил инерции в ускоренно движущемся теле вызвано его движением относительно ненаблюдаемого "абсолютного пространства".

С обсуждения проблемы происхождения сил инерции в ускоренно движущихся телах начинается становление ОТО. Наглядной иллюстрацией постановки этой проблемы явился мысленный эксперимент Эйнштейна

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 29.
[2] Мах Э. *Механика. Историко-критический очерк ее развития*. – СПб, 1890. С. 187.

(который, в свою очередь, является обобщением известного мысленного эксперимента Ньютона с "вращающимся ведром с водой"), связанный с двумя совершенно одинаковыми жидкими каплями, ведущими себя, находясь в совершенно одинаковых условиях, различно: при вращении одна из капель сохраняет свою сферическую форму, а другая капля принимает форму эллипсоида вращения. Последнее свидетельствует о том, что в этой капле возникло поле сил инерции, деформирующее ее. Сказанное выше составляет краткое описание так называемого парадокса Маха.

Согласно Маху, неодинаковое поведение этих двух жидких капель объясняется тем, что они ведут себя неодинаково относительно третьего объекта — "сферы неподвижных звезд": первая капля покоится относительно системы отсчета, а вторая капля вращается. Таким образом, причиной возникновения сил инерции по Маху, является ускоренное движение тел относительно "сферы неподвижных звезд". А Ньютон связывал, как ранее мы писали, происхождение этих сил с ускоренным движением тел относительно третьего объекта — ненаблюдаемого "абсолютного пространства". Из этих двух возможных решений (ньютоновского и маховского) парадокса Маха вытекают два возможных следствия: из ньютоновского — "всякое ускоренное движение абсолютно" (принцип абсолютности ускорения); из маховского — "всякое ускоренное движение относительно" (общий принцип относительности, по терминологии Эйнштейна)[1].

У истоков становления ОТО перед Эйнштейном возникла селективная ситуация, связанная с выбором из этих двух принципов одного. Исходя из известных опытных данных нельзя было сделать такой выбор. Также нельзя было сделать выбор исходя из проверенных физических принципов. Оставался Эйнштейну еще один путь — обратиться за помощью к философии, т.е. использовать селективный потенциал философских принципов. В первую очередь, он обратился к принципу причинности, заимствованному им из философских систем Спинозы и Канта, возведенному этими же философами "на недосягаемые высоты априорности," и поэтому, ему как физику, вынуждаемому под давлением фактов, предстояло "низвергнуть их (не только представление о причинности, но и представления о пространстве и времени — Д.О.) с Олимпа априорности, чтобы довести их до состояния, пригодного для использования" (Эйнштейн). Низвергнуть их, как мы убедились выше, помогли Эйнштейну некоторые новые подходы к ним со стороны Юма и Маха. Поэтому, на наш взгляд, он испытывал особый пиетет к ним.

[1] Бранский В.П. *Проблема выбора в фундаментальном теоретическом исследовании и принцип отражения // Роль философии в научном исследовании* / Под ред.проф. А.А. Королькова и проф. В.П. Бранского. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. Гл. 1, § 1. Далее мы будем опираться на эту работу без подробной ссылки.

Общеизвестно, что причина и следствие находятся в необходимом и, следовательно, однозначном отношении: одна и та же причина при одинаковых условиях вызывает одно и то же следствие (принцип единообразия природы)[1]. Вышеприведенное объяснение парадокса Маха как раз удовлетворяет принципу причинности: когда две совершенно одинаковые капли жидкости в совершенно одинаковых условиях ведут себя неодинаково, то вполне адекватен этой ситуации поиск в качестве причины такого поведения второй капли о влиянии некоего третьего объекта, будь это "абсолютное пространство" Ньютона или "сфера неподвижных звезд" Маха. Однако этот третий объект будет реальной причиной только в том случае, если он является принципиально наблюдаемым. О принципе наблюдаемости мы уже писали, когда рассматривали селективную роль философского принципа причинности в формировании СТО со ссылкой на Эйнштейна[2]. По Эйнштейну, принцип причинности имеет смысл, если в качестве причин и следствий принять лишь наблюдаемые явления. Таким образом, Эйнштейн исходил из предположения, что принцип причинности приобретает реальный смысл и эвристическое (что то же самое селективное) значение лишь в сочетании с принципом наблюдаемости. С точки зрения последнего ненаблюдаемое ни одним способом (не говоря о двух и более способах) "абсолютное пространство" Ньютона оказалось псевдопонятием, не имеющим объективного денотата. Следовательно, оно достойно изгнания из формирующейся теории, как имеющий статус "ненаблюдаемого" объекта.

Махистская трактовка "наблюдаемых" апеллировала к простой комбинации совокупностей ощущений, т.е. данным непосредственного чувственного опыта и тем самым он разделял берклианский принцип "существовать — значит быть воспринимаемым". Стало быть, Мах, вслед за Беркли, субъективировал критерий существования, исходя из своего принципа наблюдаемости, что противоречит в целом научной объективности. Напротив, Эйнштейн так модифицировал принцип причинности, спустив с "Олимпа априорности" на ниву физического познания, что в сочетании с ним принцип наблюдаемости "заиграл" новыми гранями — изгнал субъективность — "врага" всякой науки из критерия существования.

Несмотря на субъективно-идеалистические основания философия Маха, благодаря Маху как выдающемуся естествоиспытателю и механику, смогла эвристически повлиять на формирование ОТО. Это стало возможным в силу некоторых диалектических сторон маховского мировоззрения на пространство, движение и т.д.

[1] *Объективная диалектика*. С. 212.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. I. С. 455. Также см.: "Методология Эйнштейна и реконструкция выбора принципов специальной теории относительности (СТО)" — в настоящей работе.

То же самое можно утверждать и по отношению к другим философам. Принцип наблюдаемости Маха, очищенный от примесей берклианства, принцип относительности пространства и времени, выбранный под влиянием философии Декарта и принцип причинности Спинозы и Канта, спущенный с Олимпа априорности послужили *селекторами* для отбора *общего принципа относительности* в качестве основополагающего принципа будущей ОТО. Мы уже писали о том, что принцип абсолютности ускорения предполагает существование "абсолютного пространства". Как мы знаем, Ньютон предположил его существование, чтобы объяснить происхождение сил инерции в ускоренно движущихся телах. По отдельности принцип причинности и принцип наблюдаемости не могут опровергнуть объективное существование "абсолютного" пространства, и тогда их комбинирование сразу обнаруживает, что в действительности оно является объектом принципиально ненаблюдаемым: это "пустое" демокритовское пространство, приспособленное для объяснения сил инерции, но его нельзя наблюдать независимо от наблюдения этих сил. Значит можно элиминировать из теоретического рассмотрения принцип абсолютности ускорения, что и сделал Эйнштейн в самом начале построения ОТО. Уже в первой пражской статье "О влиянии силы тяжести на распространение света" (1911 г.) Эйнштейн приходит к выводу о том, что нельзя говорить об абсолютной скорости системы. Стало быть, принцип абсолютности ускорения противоречит принципу наблюдаемости. И, следовательно, противоречит и принципу причинности, ибо "абсолютное" пространство оказалось псевдообъектом, т.е. не может служить реальной причиной чего бы то ни стало. В этом смысле его судьба в ОТО идентична судьбе эфира в СТО.

Таким образом, принцип абсолютности ускорения несовместим с тремя указанными философскими принципами. Напротив, общий принцип относительности находится в полном согласии с ними. Так, "сфера неподвижных звезд" является принципиально наблюдаемой и, поэтому, может служить реальной (а не фиктивной, как "абсолютное" пространство) причиной возникновения сил инерции. Совместимость такого объяснения сил инерции с принципом относительности пространства не вызывает сомнений[1].

Безусловно, Эйнштейн пришел к идее расширения СТО, т.е. общего принципа относительности, уже в бернский период становления ОТО. В 1907 г., работая над обзором по СТО, Эйнштейн понял ее ограниченность и неприменимость для объяснения тяготения. Идея расширения СТО, связанная с релятивистскими установками Маха на инерцию и пространство и затем принципом эквивалентности (ПЭ)[2] разрабатывалась им с учетом

[1] Бранский В. П. Указ. статья. С. 9–10.

[2] В самом начале данного исследования мы показали ход умозрительного исследования, с помощью

того обстоятельства, “что разумную теорию гравитации можно построить лишь в результате обобщения принципа относительности”[1]. Физическим основанием для выдвижения общего принципа относительности оказался факт равенства инертной и гравитационной масс (по Эйнштейну: “закон равенства инертной и тяжелой масс”), который с помощью принципа относительности преобразован Эйнштейном в ПЭ. “В том, что этот закон выполняется строго, я не сомневался, даже не зная результатов изящных опытов Этвеша”, — писал Эйнштейн позже[2]. Далее он продолжал: “Закон равенства инертной и тяжелой масс можно сформулировать очень наглядно следующим образом: в однородном гравитационном поле все движения происходят точно так же, как в равномерно ускоренной системе координат в отсутствии поля тяготения. Если бы этот закон выполнялся для любых явлений (“принцип эквивалентности”), то это указывало бы на то, что принцип относительности должен быть распространен на неравномерно движущиеся системы координат, если стремится к естественной теории гравитационного поля”[3].

Ранее мы уже писали о том, что уже в бернский период своего научного исследования проблем гравитации Эйнштейн на основании ПЭ предсказал эффекты отклонения света и “красного смещения” в гравитационном поле. Но в то время он сам не верил в возможность экспериментальной проверки этих эффектов, а впоследствии (в 1911 г.) Эйнштейн изменил свое отношение к ней. Однако ПЭ страдал из-за существенного недостатка: он имел локальное действие — гравитационное поле является совершенно однородным в бесконечно малой окрестности пространства, а с увеличением пространственной области до больших размеров ПЭ терял свою силу. Поэтому, хотя ПЭ и сыграл определенную эвристическую роль в деле математического (геометрического) описания тяготения, он не исчерпывающе решает эту проблему. Это обусловлено тем, что ПЭ, постулирующий физическую эквивалентность равномерно ускоренного движения и однородного гравитационного поля, означал кинематизацию тяготения. Последняя, в свою очередь, ведет при четырехмерном подходе непосредственно к геометризации гравитационного поля.

которого Эйнштейн пришел к ПЭ, и также можно указать ряд общеизвестных мысленных экспериментов со свободно падающими телами (и с лифтом) и др., приведших его к этому же результату. “ОТО, как известно, можно изложить, формально не используя принципа эквивалентности и общего принципа относительности (см.: например, Фок В. А. *Теория пространства, времени и тяготения*. – М., 1955; Синг Дж. *Общая теория относительности*. – М., 1963), опираясь на хроногеометрические представления и на идею единства метрики и тяготения. Однако эти физические принципы негеометрического характера были необходимы в процессе *формирования* теории, так как без них было бы невозможно прийти к ее математическому аппарату и придать ему физическую значимость”, — так считает А.М. Мостепаненко (См.: Его же. *О соответствии геометрической и негеометрической компоненты в структуре физической теории* // *Некоторые философские вопросы современного естествознания.* Вып. I. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. С. 63).

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. II. С. 405.

[2] Там же. С. 404.

[3] Эйнштейн СНТ. Т. II. С. 404.

Как уже отмечалось (при историко-методологической реконструкции становления СТО), главным образом Эйнштейн строго придерживался в своем научном творчестве методологической идеи *геометризации взаимодействия,* связанной с принципом *относительности* движения. Продуктивность этой идеи особенно ярко проявилась в ходе построения им ОТО. Возвращаясь к ПЭ можно заметить, что построение ОТО первоначально направлялось этим принципом (принципом Маха), но их совершенно недостаточно было для ее формирования[1]. Вот почему: утверждение о том, что тяготение проявляется в геометрических свойствах пространства, т.е. в его “кривизне,” не может быть получено в качестве следствия, если речь идет о гравитационном поле в целом. Оно может быть введено в теорию в качестве независимого принципа.

Для построения ОТО выбор общего принципа относительности был необходим, но, однако, недостаточен: формирующаяся теория нуждалась еще в одном принципе — так называемом принципе единства гравитации и метрики (ПЕГМ). Согласно ПЕГМ причиной появления сил тяготения является изменение метрики пространства — времени. Безусловно, до возникновения ОТО существовал тезаурус механических моделей объяснения сил тяготения, сводящих гравитационное поле к “полю” давлений в гипотетической эфирной среде и т.п. Вообще говоря, первая попытка построения подобных моделей восходит к самому Ньютону. Он пытался рассматривать тяготение как неоднородность упругого напряжения в особой механической среде, заполняющей весь мир, вызванную тяготеющими массами. Деформационная модель Ньютона не могла объяснить без противоречий все экспериментальные факты, связанные с гравитацией. Позднее Лессажем была построена корпускулярная модель гравитационного поля: быстро летящие по всем направлениям корпускулы (мелкие частицы) бомбардируют со всех сторон поверхность тяготеющих масс. Эффектом взаимного экранирования друг друга от летящих частиц Лессаж объясняет тяготение последних. Процедурой замещения корпускул механическими волнами, распространяющимися в эфире во всех направлениях, можно придти к модели Гука. Последующим замещением эфирной среды Гука

[1] Как пишет акад. В.А. Фок: “Принцип эквивалентности между ускорением и тяготением — чисто локальный и лишь приближенный. Он может оказаться полезным только для определенных кинематических аналогий и некоторых рассуждений эвристического порядка, но никак не может составить логическую основу теории тяготения. Да и сама теория тяготения не является ни локальной, ни кинематической”. (См.: Фок В.А. *Физические принципы теории тяготения* // *Эйнштейн и философские проблемы физики XX века*. С. 261).

некоторой жидкостью, тяготеющих масс — источниками и стоками жидкости, придем к гидродинамическим представлениям поля тяготения Бернулли и Римана. Существуют и другие модели (Моссотти и Цельнера и т.д.). Но в то же время можно заметить, что каждая последующая модель богаче содержанием (ибо они зависимы), чем предыдущая, содержит в своей структуре больше элементов, соответствующих денотату. Следовательно, из классического тезауруса механических гравитационных моделей в силу их некоторой "однозначности" легче выбрать такую, в которой "воплощены" все остальные, но только в "снятом виде". В этом смысле такая обобщенная модель выражает некоторый физический принцип. Перед Эйнштейном вновь возникла ситуация выбора: из множества различных вариантов объяснения природы гравитационных сил необходимо ему было выбрать ПЕГМ, так как ПЕГМ не вытекал из опытных данных, т.е. не имел индуктивную природу происхождения, также его нельзя было получить дедуктивным путем из старых физических и философских принципов. Он был продуктом творческой игры воображения Эйнштейна (или то же самое: свободного творения эйнштейновского разума), которую мы идентифицируем с процедурами умозрительной стадии научного исследования (выбором гештальта, замещением его структурных элементов идеалами и т.д.). Каждая из названных выше моделей, выражающих какой-нибудь принцип, также получена в ходе умозрительного исследования.

Возвращаясь к ПЕГМ, можно утверждать, что он мог быть выбран Эйнштейном только на основании философских принципов и опять таки этот выбор не мог быть сделан при существующих условиях на основании эмпирических и физических критериев. При выборе ПЕГМ Эйнштейн руководствовался теми же философскими селекторами как и в выборе общего принципа относительности[1].

Как показал анализ, становление ОТО зиждется на двух ее исходных принципах (общем принципе относительности и принципе единства гравитации и метрики). При этом философско-методологические принципы причинности, относительности пространства и времени и наблюдаемости, к услугам которых прибегал Эйнштейн, открывали возможность ему осуществить однозначный выбор только по отношению к ним. При другом тезаурусе селекции "продукты" выбора могли быть другими. Поэтому мы можем утверждать, что они не получены в качестве заключений дедуктивного вывода из философских принципов (натурфилософский путь в некотором отношении обеспечивает однозначность "выбора", т.е. дедуктивного вывода этих принципов), иначе говоря, последние играли не роль исходных посылок дедуктивного умозаключения, а роль философских селекторов для отбора, и тем самым вновь подтверждается продуктивная (эвристическая) роль философии. Здесь важно подчеркнуть, что селективную функцию в формировании научной теории выполняет не философия в целом (и философская система), а отдельные философские принципы (идеи и фрагменты философских систем). Поэтому в русле вышесказанного вполне объяснимы некоторые черты мировоззрения Эйнштейна-эклектичность, плюралистичность и др. Эйнштейн сам прекрасно понимал и осознавал эту селективную, следовательно, продуктивную роль отдельных философских принципов и контрпродуктивную (т.е. антиэвристическую) роль философских систем в целом. Об этом свидетельствует нижеприведенная объемистая эйнштейновская цитата, красноречиво иллюстрирующая это обстоятельство: "…если философу, занимающемуся поисками стройной системы, удается выработать такую систему, он тотчас же начинает интерпретировать содержание науки в духе своей системы и отвергать все, что выходит за рамки этой системы. Ученый же не может себе позволить зайти столь далеко в своем стремлении к теоретико-познавательной систематике. Он с благодарностью принимает гносеологический анализ понятий, но внешние условия, поставленные перед ним опытными фактами, не позволяют ему чрезмерно ограничивать себя принадлежностью к некоторой философской системе при построении понятий. Поэтому в глазах последовательно мыслящего философа он предстает как оппортунист, бросающийся из одной крайности в другую. Как человек, пытающийся описать мир, не зависящий от актов восприятия, он кажется *реалистом.* Как человек, считающий понятия и теории свободными (не выводимыми логическим путем из эмпирических данных) творениями человеческого разума, он кажется *идеалистом.* Как человек, считающий свои понятия и теории обоснованными *лишь* в той степени, в которой они позволяют логически интерпретировать соотношения между чувственными восприятиями, он является *позитивистом*. Он может показаться точно так же и *платонистом* и *пифагорейцем,* ибо он считает логическую простоту непреложным и эффективным средством своих исследований"[1].

Хотя в вышеприведенном отрывке явно не говорится о селективной роли философских идей и принципов, но явно подчеркивается их *прикладное* значение в научном познании. В то же время Эйнштейн дает понять нам, почему его принимают то за материалиста или идеалиста, т.е. за кантианца или махиста, то за сторонника конвенционализма или операционализма, о чем мы писали в самом начале рассмотрения философского мировоззрения Эйнштейна. На наш взгляд, в те времена, когда в литературе почти ставилась или, то же самое, корректно не была поставлена проблема эвристической функции философии (и, вернее, философских принципов) в формировании фундаментальных физических теорий, советские исследо-

[1] Бранский В.П. Указ. статья. С. 10.

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 310–311.

ватели СТО и ОТО продолжали обвинять Эйнштейна в позитивизме (или находящимся под влиянием этой философии)[1], в "физическом" идеализме[2], в махизме[3] и т.д. Не отстал от них и С.И. Вавилов, который в целом негативно оценивал философские взгляды Эйнштейна. В них он видел причину неудач в построении им в последние десятилетия своей жизни единой теории поля[4].

Если отечественные исследователи творчества Эйнштейна в большинстве случаев, за редким исключением, например, М. Э. Омельяновский[5], К. Х. Делокаров[6], Д. П. Грибанов[7] и др. давали негативную оценку его философским взглядам, в чем мы убедились выше, то позитивистски настроенные зарубежные исследователи также причисляли его к сторонникам позитивизма, конвенционализма, операционализма и т.д., но в отличие от отечественных коллег они считали эти черты мировоззрения Эйнштейна позитивными и, во-многом, продуктивными. К этому можно лишь добавить то, что многие философы апеллировали к авторитету Эйнштейна чисто из-за идеологических соображений, чтобы подкреплять им "научность" и "объективность" собственных философских систем. Так, позитивист Ф. Франк в статье "Эйнштейн, Мах и логический позитивизм" объявляет Эйнштейна чуть ли правоверным сторонником неопозитивизма на основании плодотворно им примененного принципов наблюдаемости и простоты в построении релятивистской физики[8]. Или как Бриджмен полагал,

[1] Кузнецов И.В. *Советская физика и диалектический материализм* // *Философские вопросы современной физики.* – М., 1952. С. 47.

[2] Как пишет М.А. Карпов: "… философские взгляды Эйнштейна в своей основе представляют собой "физический" идеализм. (См.: Его же. *Критика философских взглядов А.Эйнштейна* // *Философские вопросы современной физики.* – М., 1952. С. 233).

[3] Фок В.А. *Теория пространства, времени и тяготения.* – М., 1955. С. 13. В. А. Фок считает, что Эйнштейн всю жизнь находился под влиянием идей Маха.

[4] Вавилов С.И. Собр. соч. Т. III. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 28. Если перевести вавиловскую точку зрения на нашу терминологию, то получится, что эйнштейновские философские взгляды выполняли антиэвристическую функцию в построении им единой теории поля. Безусловно, это требует специального методологического анализа, что выходит за рамки этого исследования.

[5] Омельяновский М.Э. считает, что Эйнштейн уже к 1922 г. освободился от махизма, в частности, и от позитивизма, вообще, т.е. его мировоззрение эволюционировало в сторону материализма (См.: Его же. *Развитие оснований физики XX века и диалектика.* – М., 1984. С. 76–77).

[6] Делокаров К.Х. утверждает, что "философские взгляды Эйнштейна при всей их непоследовательности являются выражением естественноисторического материализма" (См.: Его же. *Философские проблемы теории относительности.* – М., 1973. С. 185).

[7] Грибанов Д. П. полагает, что "Мировоззрение Эйнштейна не тождественно ни одной из идеалистических философских систем. Попытки связать с его именем берклианство, кантианство, неопозитивизм, солипсизм и т.п. не состоятельны". (См.: Его же. *Философское мировоззрение Эйнштейна* // *Эйнштейн и философские проблемы физики XX века.* – М., 1979. С. 44). По Делокарову, он — стихийный материалист и диалектик. (См.: Там же).

[8] Ph. Frank. *Einstein, Mach and Logical Positivism.* In: Albert Einstein: Philosopher-scientist. Evanston (III). 1949. P. 273–282.

что СТО вполне удовлетворяет требованиям операционализма и, следовательно, Эйнштейн — правоверный операционалист[1].

Барнетт в книге, посвященной релятивистской физике, утверждает, что Эйнштейн довел логику Беркли "до крайних пределов, показав, что даже пространство и время являются формой интуиции, столь же неотрывной от сознания, как понятие цвета, формы или размера"[2]. Таким образом, по Барнетту, выходит, что Эйнштейн — более берклианец, чем сам Беркли. Или возьмем в качестве примера недавнее прошлое нашей философии: Эйнштейна чуть ли не называли приверженцем диалектического материализма (их т.е. советских исследователей творчества Эйнштейна, вынуждали, как известно, тоталитарный режим и марксистская идеология). Так, в некотором смысле, искусственно возникали проблемы: "Эйнштейн и логический позитивизм" или "Эйнштейн и диалектический материализм" и т.п. В некоторых случаях, он отмахивался от них как от назойливых мух. Тому есть множество свидетельств.

Поэтому нет никакой надобности, не преследуя идеологических целей, объявлять его сторонником того или иного "изма": он в этом, как физик-специалист определенной области знаний, не нуждается. Настоящая нужда в философии, а не в "измах", возникает, как мы убедились, у него в частности, и у физиков вообще, когда они начинают закладывать теоретический фундамент будущей теории. Природу этой нужды в философии мы видим в селективной функции отдельных философских идей и принципов в построении фундаментальных научных теорий, которая в корне подрывает позитивистский нигилизм в этом вопросе.

Некоторые существенные замечания методологического характера о становлении ОТО. Теперь сделаем несколько замечаний по поводу выбранных Эйнштейном двух исходных принципов (общего принципа относительности и ПЕГМ), образующих теоретическую программу ОТО. В литературе нет единого мнения, что именно они образуют эту программу. Чаще всего в качестве программообразующего принципа упоминается принцип эквивалентности (в числе упоминающих есть сам Эйнштейн)[3].

[1] Там же. P. 333–354. Также см.: Чудинов Э.М. *Эйнштейн и операционализм Бриджмена* // *Эйнштейн и философские проблемы физики XX века*. С. 504–519. В ответе на статью Бриджмена Эйнштейн попросту отмежевался от операционализма, указав их принципиальное различие во взглядах на природу физической теории.

[2] Barnett L. *The Universe and Dr. Einstein.* – N.Y., 1948. P. 11–12.

[3] "По моему разумению, моя теория, — пишет Эйнштейн, — покоится исключительно на этом принципе" (См.: СНТ. Т. I. С. 505). Этой точки зрения придерживается акад. В. Л. Глушков, считающий, что без него нельзя понять, "почему гравитационное поле должно описываться именно с помощью метрического тензора, характеризующего геометрию и систему отсчета, а не какими-то другими величинами?" (См.: Его же. *Гелиоцентрическая система и общая теория относительности* // *Эйнштейн и философские проблемы физики XX века*. С. 340). Эту же точку зрения разделяет и Б. Г. Кузнецов (См.: Его же. *Основы теории относительности и квантовой механики.* – М.: Изд-во

Вместе с тем есть точка зрения о том, что если ОТО уже построена, то при желании этот принцип можно забыть и "похоронить повивальную бабку с соответствующими почестями"[1]. В соответствующем месте этого исследования мы показали продуктивность ПЭ в построении ОТО, но в то же время и его ограниченность (и недостатки). Поэтому перейдем к рассмотрению других вариантов теоретических программ ОТО. В их числе можно указать точку зрения В. А. Фока, который считает, что в основу ОТО Эйнштейн положил две идеи: "…идея хроногеометрии, т.е. объединение пространства и времени в единое четырехмерное многообразие с индефинитной метрикой (эта идея была осуществлена уже в теории относительности 1905 г.). Вторая основная идея есть идея единства метрики и тяготения"[2]. Прежде чем перейти к обсуждению этих идей, сделаем несколько "наблюдений" за концепцией Фока. Первое, что можно заметить: он предлагает более правильно назвать ОТО хроногеометрической теорией тяготения, отражающей суть единства теории тяготения и теории пространства и времени, и приводит довольно весомые аргументы[3]. Второе, что можно наблюдать — это "когда создатель физической теории, имеющий большое принципиальное значение, сам неправильно понимал ее основы"[4], т.е. с намеком на то, что создатель ОТО неправильно понимал идею "общей относительности" как о некоем обобщении галилеевского "частного" принципа относительности (и принципа относительности Галилея-Лоренца СТО)[5], применимым только к инерциальным системам, и приводит еще более веские основания.

Критика В. А. Фоком эйнштейновского общего принципа относительности ведется с позиции *физического* принципа относительности, утверждающего эквивалентность физических условий в двух взаимно движущихся лабораториях. Далее Фок утверждает, что этот принцип не применим для ускоренно движущихся систем отсчета из-за различия физических условий. Он приводит в качестве иллюстрации данного положения пример со стенными часами с гирями и маятником, которые прекрасно идут на Земле, но вовсе не идут в условиях невесомости, т.е. в космическом корабле. "Этого примера достаточно, чтобы показать, — пишет Фок, — невозможность "общего принципа относительности", понимаемого как физический принцип"[6]. "Тем самым устанавливается, вопреки Эйнштейну, формальный, — приходит к выводу Фок, — а не физический характер "общего принципа относительности", понимаемого как требование общей ковариантности"[1]. Против этого вывода Фока трудно возразить, ибо он правильно понимает то обстоятельство — зачем он нужен был Эйнштейну, если под словом "требование" Фок подразумевает "критерий выбора" общековариантных уравнений для описания гравитационного поля. Ранее мы уже подробно писали как Эйнштейн вместе с Гроссманом выбирали в ходе формального исследования "математический наряд" будущей ОТО и показали какими физическими и математическими селективными критериями они руководствовались при его отборе. Более того, мы старались детально проследить весь "драматизм"этого отбора, в особенности, цюрихского и берлинского этапов становления ОТО.

Несколькими страницами ранее, в связи с проблемой рассмотрения эвристической роли принципа эквивалентности (напомним ПЭ) в формировании ОТО, мы указали со ссылкой на Фока на ограниченность и недостаточность этого принципа: он может лишь указать направление поиска математического аппарата, основываясь на мысленный эксперимент с вращающейся системой отсчета (к примеру, диск) с твердыми телами (стержнями) относительно некоторой инерциальной системы отсчета[2]. Но в то же время в силу своей локальной природы, т.е. локальности и кинематичности ПЭ не обеспечивает однозначность "математического" выбора в отличие от общего принципа относительности. В этом смысле прав Фок, утверждая, что последний является "формально-математическим требованием общей ковариантности" (по нашему выражению, физическим селективным критерием, т.е. селектором), но вместе с тем, он не прав, утверждая, что он лишен какого-либо физического содержания. На наш взгляд, объявление Фоком общего принципа относительности псевдофизическим принципом лишено основания. Вот почему: если вспомним парадокс Маха-безусловно имеющее физическое содержание и два возможных следствия его решения, то один из них представляет общий принцип относительности, который гласит: "всякое ускоренное движение относительно". Как мы убедились ранее, этот принцип был выбран Эйнштейном на основании трех философских селекторов: причинности, наблюдаемости и относительности пространства и времени и, поэтому, он логически независим от ПЭ. Более того, является утверждением об относительности всякого ускоренного движения, физический смысл, которого не вызывает у нас сомнений.

Возвращаясь к исходным двум идеям — хроногеометрии, восходящей к СТО в формулировке Минковского и единства метрики и тяготения — можно утверждать, что первая идея воплощает в себе все позитивное со-

АНСССР, 1957. С. 64–72).

[1] Синг Л. *Общая теория относительности*. С. 9.

[2] Фок В.А. *Физические принципы теории тяготения.* С. 265.

[3] Там же. С. 255.

[4] Там же. С. 257.

[5] Фок имеет в виду специальный принцип относительности Эйнштейна.

[6] Там же. С. 259.

[1] Там же. С. 260.

[2] Эйнштейн А. СНТ. Т. II. С. 85.

держание СТО в форме, приданной Минковским и, следовательно, в некотором роде замещает специальный принцип относительности (а не общий) и принцип постоянства скорости света. Поэтому эта идея не может претендовать на место общего принципа относительности в качестве программообразующего принципа ОТО наряду с принципом ПЕГМ. Что касается второй идеи — идеи единства метрики и тяготения, то она и есть ПЕГМ.

В качестве вывода, касающегося этого замечания об исходных идеях ОТО в версии В. А. Фока, можно выдвинуть методологическое предположение: теоретический анализ, проделанный им по отношению к сформировавшейся ОТО как "готовому" физическому знанию, на наш взгляд, принципиально отличается от историко-методологического анализа формирующейся (или становящейся) теории в силу того, что от взгляда теоретика (в данном случае Фока) ускользает весь драматизм (или "драма идей") этого становления и другие затемняющие его обстоятельства. Поэтому создается своеобразная иллюзия, искажающая истинный ход творческого мышления создателя новой теории (в данном случае Эйнштейна), и при этом выпадают из поля зрения теоретика такие "пустяки", как мысленный эксперимент и другие эвристические элементы "строительных лесов" становящейся научной теории (СЛЕНТ по терминологии Э.М.Чудинова), которые убираются бесследно после "косметического ремонта" готовой теории, т.е. после того, когда научной теории придали аксиоматическую форму. При историко-методологической реконструкции "готовой" теории методологом шаг за шагом, как в археологической раскопке восстанавливается относительно истинная картина "прошлого" этой же теории — своего рода "ретротеория".

Существует в методологической литературе точка зрения Э.М. Чудинова, который считает, что в основе ОТО лежат две гипотезы: а) о геометрической природе гравитации и б) о взаимосвязи геометрии пространства-времени с материей [1]. По Чудинову, сущность гипотезы а) состоит в том, что гравитация "ответственна" за геометрию пространства-времени. К этой мысли Эйнштейн пришел, как считает он, основываясь на ПЭ. В этом пункте или отрезке становления ОТО Чудинов различает гипотезу и исходный принцип теории. Но из-за известной нам локальности ПЭ не может полностью разрешить проблему геометрического описания гравитационного поля. "Утверждение о том, что гравитация проявляется в геометрических свойствах пространства, — пишет Чудинов, — в его неевклидовости, не может быть получено в качестве следствия, если речь идет о гравитационном поле в целом. Оно может быть введено лишь посредством некоторой гипотезы"[1]. Из дальнейшего изложения им материала по ОТО становится ясным, что он под гипотезой в данном конкретном случае понимает физический принцип отбора римановой геометрии, определяемой фундаментальным метрическим тензором $g_{\mu\nu}$. Следовательно, Чудинов, отождествляя гипотезу с теоретическим принципом, понимает под ней теорию, не прошедшую стадию проверки[2].

Согласно нашей концепции фундаментальное теоретическое исследование проходит четыре основные стадии: а) теоретическая программа; б) теоретическая схема; в) теоретическая гипотеза; г) фундаментальная теория. На поверхностный взгляд может показаться, что теоретический принцип и фундаментальный теоретический закон — одно и то же. Но это не так. Как мы убедились, первый служит физическим селективным критерием для отбора математической структуры второго, ибо в противном случае нефундаментальный теоретический закон, объясняющий фундаментальный эмпирический закон, получили бы с помощью дедукции непосредственно из теоретического принципа. После того, как уже выбран теоретический закон (вспомним берлинский этап окончательного становления математического аппарата ОТО), т.е. после долгого, упорного, полного драматизма, поиска — в итоге цюрихского и берлинского периодов формального исследования — Эйнштейн, наконец-то, приходит к уравнению (23)), последний принимает форму проверяемой математической схемы ОТО. Таким образом, если фундаментальный теоретический закон приводит к проверяемым на опыте предсказаниям, то он в этом случае становится гипотезой. Здесь уместно вспомнить два эйнштейновских крупных открытия: а) количественное объяснение прецессии перигелия Меркурия без привлечения гипотез ad hoc и б) удвоенное значение отклонения светового луча вблизи Солнца вместо прежнего, т.е. в обзоре 1907 г., сделанном Эйнштейном в третьей статье 1915 г. берлинского этапа становления ОТО. Эти теоретические "предсказания" были сделаны им с помощью приближенных методов, еще до окончательной формулировки основного теоретического закона (23), что представляет для методологов определенный интерес. Это еще раз подтвердило, что Эйнштейн правильно выбрал направление формального исследования (формальный гештальт будущего уравнения (23 и 24) и математические "идеалы" для замещения его элементов (и, как известно, через неделю он получил математическое выражение фундаментального теоретического закона ОТО).

Значит из вышесказанного следует, что нельзя (или некорректно) отождествлять в методологическом анализе теоретический принцип и теоретическую гипотезу, это приводит не только к путанице методологических

[1] Чудинов Э.М. *Теория относительности и философия*. – М., 1974. С. 101.

[1] Там же. С. 104.

[2] Баженов Л.Б. *Строение и функции естественнонаучной теории*. – М., 1978. С. 200.

категорий, но и выполняемых ими функций в структуре научной теории. Если первый играет роль физического селектора отбора фундаментального теоретического закона, т.е. связан с селекцией, то вторая связана с дедуктивным развертыванием этого же закона; иначе говоря, на стадии гипотезы последний становится дедуктивной системой, следовательно, она связана с дедукцией. Напомним, с методологической точки зрения процедура выбора (селекции) прямо противоположна процедуре вывода (дедукции) в научном исследовании. В этом смысле процедура селекции первична (и определяет) по отношению к процедуре дедукции как производной. (В данном случае мы идем, так сказать, на сознательный повтор наших ключевых выводов, но в интересах разрешения этой проблемы.) Стало быть, теоретический принцип первичен по отношению к теоретическому закону и, тем самым, теоретической гипотезе и определяет их. Как говорится: что и требовалось доказать.

Но вернемся к гипотезам Чудинова, в частности, ко второй гипотезе, указывающей на связь геометрии пространства-времени с материей. Эвристическим источником выдвижения этой гипотезы, как считает Чудинов, явился закон тяготения Ньютона, записанный в форме уравнения Пуассона (см.: (11)). По ходу изложения им своей точки зрения на формальное исследование, проведенное Эйнштейном и Гроссманом вначале, т.е. цюрихский период, и Эйнштейном без Гроссмана — в берлинский период, получается, что формальным гештальтом, согласно Чудинову, послужило уравнение Ньютона-Пуассона (11): $\Delta\varphi=4\pi G\rho$. Здесь φ — скалярное гравитационное поле, G — гравитационная константа, ρ — плотность массы. Далее: в левую часть уравнения вместо $\Delta\varphi$ ставится тензор кривизны $R_{\mu\nu}$, в правую вместо плотности ρ — тензор энергии-импульса $T_{\mu\nu}$, а вместо G — релятивистская гравитационная константа χ и в итоге получается гравитационное уравнение ОТО (24):

$$R_{\mu\nu}- 1/2g_{\mu\nu}R=-\chi T_{\mu\nu}$$

Второй член $-1/2g_{\mu\nu}R$ вводится в левую часть, так как в целом это уравнение должно соответствовать законам сохранения[1]. Очень легко, предельно просто и изящно! Как будто не было на свете того, полного драматизма поиска уравнений гравитационного поля, ковариантных относительно линейных преобразований (то, что мы назвали гибридной тензорной теорией тяготения (теорией Э-Г)), которые впоследствии оказались ошибочными; также в некотором смысле рокового незнания Эйнштейном тождеств Бьянки, которым должна удовлетворять упомянутая выше левая часть формулы (24), чтобы быть общековариантной относительно законов сохранения и т.д. Нам кажется, не надо забывать тех трех лет мучительного выбора и поиска Эйнштейном фундаментального уравнения (24) после совместной с Гроссманом работы над теорией Э-Г.

[1] Чудинов Э.М. *Теория относительности и философия*. С. 107.

В связи с этим, если учесть принципиальное различие между методологиями, касающихся анализа “готовой” теории (ОТО) и становящейся теории (по нашей терминологии “ретро — ОТО”), то вполне объяснимы легкость, простота и изящность получения уравнения (24) путем “обобщения” (Чудинов) формулы Пуассона (11). Безусловно, в ней содержится некий эвристический “намек” на форму потенциального теоретического закона гравитационного поля, но действительным эвристическим содержанием последнего является *принцип соответствия*. Согласно этому принципу контравариантный тензор второго ранга (см.: (10)), образованный из производных фундаментального тензора должен был служить формальным селективным критерием поиска тензора такого рода, что формула Пуассона (11) являлась его *предельным* случаем.

После того, как мы выяснили “природу эвристичности” уравнения Ньютона-Пуассона в поиске математического аппарата ОТО[1], надо перейти к изучению сути гипотезы связи геометрии пространства-времени с материей. На наш взгляд, суть этой гипотезы составляет один из програмообразующих принципов ОТО-ПЕГМ, выбранный Эйнштейном с помощью философских принципов для объяснения происхождения гравитационных сил. Когда двумя страницами ранее мы уточнили принципиальное отличие теоретического принципа от фундаментального теоретического закона и, тем самым, теоретической гипотезы, точка зрения Э. М. Чудинова о том, что две гипотезы: о геометрической природе гравитации и о взаимосвязи

[1] На самом деле, как мы выяснили, эвристической или, то же самое, селективной функцией обладало не уравнение Ньютона-Пуассона (по Чудинову), а принцип соответствия, который “ориентировался” на это уравнение. Чудинов в этом вопросе во многом следовал за самим Эйнштейном (см.: СНТ. Т. II. С. 63–64). Это и понятно. Знаменитая статья Эйнштейна “Сущность теории относительности” написана им в 1921 г., в которой изложены тексты четырех лекций, прочитанных великим физиком в Принстонском университете в мае этого же года. Общеизвестно, что в лекциях обычно излагают “готовое” знание. В Принстонском университете в 1921 г. Эйнштейн, безусловно, изложил перед аудиторией “готовую” ОТО, но из-за вышеупомянутой разницы двух методологий анализа “готового” знания и становящегося знания он довольно легко и просто (но не так уж легко и просто, как Чудинов) по сравнению с его цюрихским и берлинским периодами исследования математического аппарата ОТО приходит к ее основному уравнению (24). В то же время Эйнштейн здесь не упоминает ни единым словом о принципе соответствия, если не считать таким упоминанием следующие его слова: “… нам в качестве модели послужит уравнение Пуассона в теории Ньютона” (Там же.).Очевидно, что в изложении готовой теории эти слова, являющиеся на самом деле косвенным упоминанием этого принципа, выглядят как указание на формальный гештальт (но не в чудиновском смысле — простой подстановки тензоров (кривизны и энергии-импульса)). Если это уравнение является формальным гештальтом для получения уравнения (24) или его моделью, по Эйншейну, то оно должно быть гештальтом, подчиняющимся принципу соответствия. Это лишний раз подтверждает, что изложение готового знания не совпадает с весьма драматичным процессом исследования в предметной области этого знания.

геометрии пространства-времени с материей, образующие основу ОТО, является по меньшей мере некорректной.

Возвращаясь к ПЕГМ можно заметить, что он, как программообразующий теоретический принцип ОТО, позволил выбрать Эйнштейну и Гроссману метрический тензор, компоненты которого являются в то же время гравитационными потенциалами, в качестве одного из основных элементов математического формализма этой теории. При выборе его они воспользовались эвристической "подсказкой" Римана об изменчивости метрики, но лишь Эйнштейн установил на этой основе единство гравитации и метрики и связал то и другое с движущейся материей. А что касается общего принципа относительности, то мы уже писали о том, что он послужил физическим селектором для выбора общековариантных гравитационных уравнений.

Проблема конкурирования и выбора гравитационных теорий в XX в. С этой проблемой ОТО столкнулась уже в 1913 г., т.е. в самой середине — в венский период своего становления. Имеются в виду рассмотренные нами теории Г. Нордстрёма, М. Абрагама и Г. Ми. Первая и вторая теории Нордстрёма и теория Ми были основаны на лоренц-ковариантном обобщении скалярного полевого уравнения Пуассона. Особое место в этом ряду занимала комплексная теория Абрагама[1]. К ним можно отнести созданные до начала формирования ОТО теории Пуанкаре и Минковского, опирающиеся на лоренц-ковариантное обобщение закона всемирного тяготения. Ход анализа показал, что подлинной альтернативой гибридной теории Э-Г среди конкурирующих теорий была в то время вторая теория Нордстрёма. Чуть позже Эйнштейн вместе с Фоккером доказали, что она является псевдоальтернативной теории Э-Г, будучи *фрагментной* по отношению к ней[2].

В предыдущей главе, связанной с анализом выбора СТО, стремились

[1] См. венский этап формирования ОТО, в рамках которого мы произвели методологический анализ проблемы конкурирования и выбора названных здесь гравитационных теорий. На первом этапе этой конкуренции (до весны 1913 г.), как мы знаем, предложены первая и вторая скалярные теории тяготения Абрагама, опирающиеся на установленную Эйнштейном зависимость скорости света от гравитационного потенциала и лоренц-ковариантные скалярные гравитационные теории Нордстрема и Ми. При этом Абрагам, основываясь на названной выше зависимости, отказывается от принципа относительности. Вместе с тем он использует четырехмерный формализм Минковского. На самом деле, подход Абрагама был основан на внутренней противоречивой комбинации электродинамики и СТО. Поэтому теории тяготения Абрагама можно классифицировать как комплексные теории.

[2] Более последовательной в этом отношении была теория Ми, вполне согласующаяся с релятивистскими программными принципами. Ранее мы уже писали о том, что наиболее серьезным конкурентом теории Э-Г до конца 1914 г. продолжала оставаться вторая теория Нордстрема, ибо эта теория, по Эйнштейну, удовлетворяла методологическим принципам: симметрии (релятивистской инвариантности), сохранения энергии-импульса, причинности, соответствия, простоты, наблюдаемости (см.: Эйнштейн А. СНТ. Т. I. С. 275–276, 283).

показать, что в нем участвовали, конкурируя между собой, две методологии: Лоренца-Пуанкаре ("путь Пуанкаре") и Эйнштейна ("путь Эйнштейна"). Под методологией Лоренца-Пуанкаре подразумевалась более консервативная методологическая тенденция в развитии физического знания, связанная со стремлением сохранить классические представления о пространстве и времени за счет изменения законов физического взаимодействия. Она предполагает, иначе говоря, введения "универсальных" сил в теорию, чтобы сохранить неизменной простейшую физическую геометрию — евклидову, т.е. путем усложнения физических законов. Напротив, суть методологии Эйнштейна выражает, напомним, принцип Рейхенбаха: теория должна строиться таким образом, чтобы не требовалось введения никаких "универсальных" сил. Здесь подразумевается геометризация физического взаимодействия, связанная с относительностью движения.

В предметной области гравитационных теорий не надо было изобретать "универсальную силу": она существовала от века — это сила тяготения, которую нельзя экранировать, например, в отличие от сил электромагнетизма; но действующая одинаково на все тела, независимо от их природы. Вместе с тем, ее универсальность связана с опытным фактом равенства гравитационной и инерционной масс, известным еще Ньютону. Значит, следуя своей методологии, Эйнштейну предстояло отказаться от традиционного понятия силы тяготения, связав гравитацию с искривлением пространственно-временного континуума под действием массивных тел. Это обстоятельство потребовало от Эйнштейна введения в теорию в качестве одного из программных принципов — принципа единства гравитации и метрики (ПЕГМ), согласно которому причиной появления гравитационных сил является изменение метрики пространства-времени. Стало быть, следуя ОТО, инерциальное движение тел происходит по геодезическим ("кратчайшим прямым") линиям в искривленном (неевклидовом) пространстве-времени.

После создания Эйнштейном ОТО появились и продолжают появляться новые гравитационные теории. Предпринимаются попытки построить теории тяготения в псевдоевклидовом пространстве-времени, т.е. так называемые лоренц-ковариантные теории. Некоторые из них мы уже упомянули выше, в том числе и теорию Пуанкаре. Все эти теории следуют "путем Пуанкаре", т.е. оставаясь в рамках наиболее "удобной" геометрии Евклида. Это, в частности, тензорные теории Биркгофа[1], Уайтхеда[2] и век-

[1] Birkhoff C. *Matter, electricity and gravitation in flat space-tame.* Proceeding of National Academy of science. – Washington, 1943. Vol. 29. P. 231.

[2] Schild A. *On gravition theories of the Whitehead type //* Proceeding of Royal society. – London, 1956. Vol. 235. P. 202.

торная теория Кустаанхеймо[1]. Все эти теории удовлетворительно объясняют поворот перигелия Меркурия, отклонение луча света вблизи массивного тела и гравитационное красное смещение, т.е. те опытные факты, которые были предсказаны ОТО. Таким образом, все они "умны" задним числом, не предсказывая качественно новых явлений. В них весьма правдоподобно комбинируются механические идеи и представления с пространственно-временными представлениями СТО. По нашей классификации их следует отнести к *метафорическим (гибридным) теориям* типа электронной теории Лоренца (по отношению к СТО).

Как мы уже знаем, возникновение метафорических теорий является закономерным этапом развития физического знания. Вместе с тем оно происходит, как правило, накануне построения новой фундаментальной научной теории. Так возникли, например, теория Лоренца в преддверии создания СТО или ранее упомянутые гравитационные теории Пуанкаре, Абрагама, Ми и др. накануне — ОТО. Как же объяснить "природу" тех гибридных теорий, таких, как тензорные теории Биркгофа и др., которые появились позже, чем фундаментальная ОТО?

Отрицательным моментом этих теорий является сложность и надуманность физической части описания, в том числе введения множества гипотез ad hoc типа универсальной силы тяготения. В них вводятся весьма произвольные уравнения, описывающие гравитационное поле, а также уравнения движения, которые в отличие от ОТО Эйнштейна не выводятся из уравнений поля. Таким образом, в них реализована методология Лоренца-Пуанкаре ("путь Пуанкаре"), связанная с выбором удобной и простой псевдоевклидовой (плоской) геометрии и в приспособлении к ней законов физического (гравитационного) взаимодействия.

К новейшим попыткам реализации "пути Паункаре" в теоретических поисках в области гравитации можно отнести теорию Бранса-Дикки. В ней Дикки исходит из негеометрической трактовки гравитации, полагая ее как эффект силового поля в геометрии без метрики, понимаемой как несвязное дифференцируемое многообразие[2]. Так, тензор $g_{\mu\nu}$, воплощает собой силовое поле, аналогичное электромагнитному и другим полям. Такой подход позволяет варьировать множество теоретических моделей, сочетающих скалярные, векторные и тензорные поля. Из этого множества вариантов была выбрана рассматриваемая нами тензорно-скалярная теория Бранса-Дикки, постулирующая два гравитационных поля — тензорное и скалярное. Так же, как в ОТО, т.е. в ее построении, в теории Бранса-Дикки, согласно принципу Маха, объявляется гравитационное поле источником сил инерции во Вселенной, что, с современной точки зрения, кажется неуместным. Хорошо известно, что сам Эйнштейн впоследствии отказался от этого принципа. Скалярное поле, введенное в структуру этой теории, по своим характеристикам во многом напоминает рейхенбаховскую "универсальную" силу, т.е. гипотезу ad hoc.

[1] Kustaanheimo P. *On the use of a gravitation vector potential in the relativity theory of Birkhof* // Annales Academiae scientiaran Fennical, 1957. Vol. 228. P. 1.

[2] Дикки Р. *Теория гравитации и наблюдения* // *Эйнштейновский сборник*. 1969–1970. – М.: Наука. 1971. С. 117.

Рассмотренные выше теории, относящиеся к предметной области ОТО — гравитационному полю, подводят нас к проблеме эквивалентных описаний. Согласно концепции Рейхенбаха-Карнапа теоретические построения — модели считаются эквивалентными описаниями, если они описывают одни и те же явления. Неопозитивистская методология производит выбор одного из описаний исходя из конвенциональных соображений удобства, целесообразности и других субъективных селекторов. Говоря об эмпирической эквивалентности теоретических описаний, не надо думать об их семантической (содержательно физической) эквивалентности. То есть последняя автоматически не следует из первой.

В физическом знании можно выделить несколько типов конкурирующих теорий. Например, в работе Е.А. Мамчур выделяются три типа: 1)теории, которые эмпирически и семантически эквивалентны, но в то же время лингвистически неэквивалентны (разное математическое описание одного и того же физического содержания) (B_1); 2) теории, которые эмпирически эквивалентны, но семантически неэквивалентны ($B_{2)}$) и 3) теории, которые неэквивалентны ни эмпирически и ни семантически (B_3). Согласно этой классификации названные выше теории, конкурирующие с ОТО, относятся к типу теорий B_3. Выбор здесь однозначен в пользу ОТО: они не обладают большей предсказательной силой, чем ОТО, т.е. они обладают так называемым "ретропредсказанием", это во-первых; во-вторых, они придерживаются тупикового "путь Пуанкаре", допускающего введения гипотез ad hoc; в-третьих, они не выдерживают "испытание" философско-методологическими селекторами, выражающими прогрессивные магистральные тенденции развития физического знания[1].

[1] Электронная теория Лоренца и СТО Эйнштейна являются эмпирически и лингвистически (по математическому синтаксису) эквивалентными, но в то же время семантически неэквивалентными (частный случай B_2 и тип B_4, отсутствующий у Е.А. Мамчур). Ранее, в предыдущей главе, мы произвели реконструкцию выбора СТО и показали эвристическую роль философского принципа объективной относительности пространства и времени, которым руководствовался Эйнштейн в этом выборе семантической интерпретации лингвистического описания СТО (и соответственно-антиэвристическую функцию — принципа объективной универсальности ньютоновских пространства и времени Лоренца и принципа субъективной относительности пространства и времени Пуанкаре). Стало быть, в выборе типа B_2 (и B_4) невозможно обойти философию (в противовес тому, что думали неопозитивисты). В итоге релятивистская программа, соответствующая методологии Эйнштейна, оказалась правильной, лежащей в русле магистральной линии развития физики от электродинамики Максвелла через СТО и ОТО к релятивистской квантовой механике. Напротив,

Возвращаясь к понятию “ретропредсказания”, т.е. умению быть “умным” задним числом, можно заметить, что перечисленные выше гибридные (метафорические) теории, объясняя все предсказанные ОТО эффекты, но, не предсказывая новые, являются по своей “природе” псевдотеориями 1-го рода[1]. Отсюда вытекает однозначность нашего выбора в пользу ОТО, но вместе с тем, легко объяснется тот факт, почему они появились позже, чем фундаментальная ОТО. Возникновение этих теорий в некотором смысле реализует те возможности, которые существовали имплицитно, т.е. нереализованными на умозрительной стадии гравитационных исследований. Независимо, однако, от того, сформированы они или нет, эти “футуротеории” (в противовес “ретротеории”, в данном случае, ОТО) потенциально существуют, и когда-нибудь исследователь, явно или неявно перебирая варианты умозрительных концепций, “наткнется” на них. Безусловно, он при переборе этого потенциального тезауруса “футуротеорий” будет руководствоваться разного рода селекторами.

Существует в литературе похожая на типологию Мамчур, но в некоторых “деталях”, отличающаяся от нее, классификация типов конкурирующих теорий. В работе А.М. Мостепаненко и Е.И. Фокиной выделяются три типа конкурирующих физических теорий: 1. “Физические теории, у которых идентичный математический аппарат, но различна его физическая интерпретация и соответственно различны физические и философско-гносеологические принципы, лежащие в основе теорий”. 2. “Физические теории с различным, но изоморфным математическим аппаратом, обладающим различной физической интерпретацией”. 3. “Физические теории, математический аппарат которых различен, равно как различен и ряд фундаментальных физических и философско-гносеологических принципов, лежащих в основании теории”[2]. Не будем вдаваться в анализ этих “деталей”, но заметим, что в основном они касаются философско-гносеологических оснований конкурирующих теорий, которые “зримо” не входят в структуру этих теорий. Более того, они обнаруживаются, как показал анализ формирования ряда фундаментальных теорий, после тщательных, порой очень тонких методологических исследований эвристической роли этих оснований. Поиск их затруднен тем, что они после построения теорий не оставляют явных следов и как “строительные леса” (Чудинов) уби-

электронная теория, как теория движущихся тел Лоренца, соответствующая методологии Лоренца-Пуанкаре, оказалась в тупиковой ветви этого развития. Недаром тот же Пуанкаре упрекал Лоренца за “…нагромождение гипотез”, т.е. гипотез ad hoc. Вообще говоря, появление в структуре становящейся теории этих гипотез сигнализирует о том, что исследователь выбрал неправильный путь, подобной “пути Пуанкаре”.

[1] Бранский В.П. *Философские основания синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С. 45.

[2] Мостепаненко А.М., Фокина Е.И. *О проблеме эквивалентности физических теорий* // *Методология научного познания*. – Л., 1974. С. 105.

раются.

Если попытаться иллюстрировать эту типологию примерами конкурирующих теорий, то получится следующая картина. Выделение типа (I) явно связано с соперничеством теории Лоренца и СТО, которые подходят по своим “параметрам” конкурирования: они эмпирически эквивалентны, имеют идентичный математический аппарат, но различна их физическая интерпретация и соответственно различны физические и философско-гносеологические основания. В качестве примеров конкурирования типа (2) можно привести а) ОТО и ее тетрадную формулировку[1], б) ОТО и калибровочную теорию тяготения[2] и ОТО и ее реперную формулировку[3]. Упомянутые теории в этих двух типах являются строго эмпирически эквивалентными. Приблизительно эквивалентны те конкурирующие теории, которые квалифицированы по типу (3). Иллюстрацией последнего являются ОТО и линейные лоренц-ковариантные теории тяготения Биркгофа, Уайтхеда и др.

ГЛАВА 5. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НЕРЕЛЯТИВИСТСКОЙ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ (НКМ)

Несмотря на то, что возникновение квантовой физики, т.е. представление о кванте действия и связанной с ним универсальной постоянной (Планк М., 1900 г.), по времени опережает возникновение СТО (Эйнштейн А., 1905 г.), представляется целесообразным начать историко-методологическую реконструкцию формирования основных элементов НКМ[4] после соответствующего рассмотрения формирования основных элементов СТО[5] и ОТО. Дело в том, что формирование НКМ в

[1] Мостепаненко А М., Фокина Е И. Там же.

[2] Коноплева Н.П., Попов В Н. *Калибровочные поля*. – М.: Атомиздат, 1972.

[3] Здесь мы не ставим задачу анализа выбора названных выше теорий, дабы не перегружать текст. Но все же таки заметим, что реперная формулировка ОТО исходит из глобальной формулировки принципа эквивалентности: плоское пространство плюс гравитационное поле локально эквивалентны искривленному риманову пространству. Вопрос о геометрии пространства-времени в целом оказывается эквивалентным вопросу о поведении гравитационных полей на произвольно больших расстояниях от источника. Свойства симметрии пространства становятся свойствами симметрии взаимодействий (см.: Там же).

[4] По мере нашей возможности будем привлекать материалы из работ М. Планка, А. Эйнштейна, Н. Бора, М. Борна, П. Дирака и др. создателей НКМ.

[5] Существует спорная концепция Р.М. Нугаева, утверждающая о том, что СТО является скромной *частью* квантовой программы и этапом становления квантовой теории. (См.: Нугаев Р.М. *Реконструкция смены фундаментальных научных теорий.* – Казань: Изд-во Казанского университета, 1989. Гл. 5. §2. С. 142–167). Можно согласиться с его положением, “как одна теория должна сменять другую”, т.е. СТО явилась разрешением противоречия встречи между механикой и электродинамикой, но никак не с положением, что одна фундаментальная теоретическая программа (в данном случае СТО) является скромной частью другой фундаментальной теоретической программы (т.е. НКМ).

матричной (Гейзенберг и др., 1926 г.) и волновой (Шредингер Э., 1926 г.) формах закончилось на десятилетие позже, чем формирование релятивистской физики (Эйнштейн А., 1916 г.).

Стало быть, нерелятивистская квантовая механика (НКМ) возникла из двух «сросшихся стволов древа» познания микромира: матричной и волновой механики. Здесь нами будет рассмотрена только нерелятивистская квантовая механика с акцентом, несомненно, признанным, на работы Э. Шредингера и В. Гейзенберга.

Квантовая гипотеза Макса Планка. Вкратце рассмотрим "самое большое открытие в физике со времени Ньютона"[1] М. Планка: открытие кванта действия и точного значения универсальной постоянной (14 декабря 1900 г.). Выбор проблемы излучения абсолютно черного тела, приведший М. Планка к этому открытию, вдохновлялся не только экспериментальным исследованием тех лет (например, Луммера и Принсгейма в Имперском физико-техническом институте в Берлине) и его неудовлетворенностью сомнительным выводом в 1896 г. закона излучения, непригодного для низких частот, но и, главное, планковским мировоззренческим идеалом поиска *абсолютного*, который всегда представлялся ему самой прекрасной задачей исследователя[2], ибо она (т.е. данная проблема излучения) в силу своей универсальности представляла собой нечто абсолютное.

Можно предположить, что в поисках этого "абсолюта", т.е. при открытии кванта действия, методологическими принципами, которыми руководствовался Планк, являются следующие: 1) принцип простоты законов природы и 2) принцип дискретности строения уровней материи (и материальных объектов). Обоснование своего предположения мы находим в следующих утверждениях М. Планка: "Я тогда же, как и сегодня, исходил из воззрения, что закон природы выражается проще, чем он является, более всеобщим (правда, вопрос о том, какая формулировка должна рассматриваться как простейшая, не всегда может быть решен без

[1] Это замечание Планка дошло до нас через В. Гейзенберга, который сам слышал от третьего лица. Также есть свидетельство сына Планка Эрвина, переданное проф. Бавинку, который рассказал как об этом пишет М. Борн: "Это было в 1900 г., когда Планк, на прогулке в Грюневельде, около Берлина, сказал сыну: "Сегодня я сделал столь же важное открытие, как и открытие Ньютона". Конечно, Планк никогда не говорил ничего подобного публично". (См.: Борн М. *Размышления и воспоминания физика*. – М.: Наука, 1977. С. 64). Позже в научной автобиографии Планк после долгих колебаний публично признался, что "квант действия играет фундаментальную роль в атомной физике, и с его появлением в физической науке наступила новая эпоха, ибо в нем заложено нечто, до того времени не слыханное, что призвано радикально преобразовать наше физическое мышление, построенное на понятии непрерывности всех причинных связей с тех самых пор, как Ньютоном и Лейбницем было создано исчисление бесконечно малых" (См.: Планк М. *Научная биография* // *Макс Планк (1858–1947)*. – М.: Наука, 1958. С. 82).

[2] Планк М. *Научная автобиография* // *Избранные труды*. – М.: Наука, 1975. С. 649–663.

сомнений и удовлетворительно)"[1]. Упоминание М. Планком уровня всеобщности в связи с простотой законов природы является следствием, которое можно вывести из его мировоззренческого принципа единства физической картины мира: в этот принцип, воплощенный М. Планком в высшем познавательном идеале "объединить пестрое многообразие физических явлений в единую систему, а если возможно, то в одну-единственную формулу"[2]. Есть многочисленные свидетельства, в том числе М. Борна, что Планк не был лишен интереса к философии: "физические интересы Планка всегда имели философское происхождение и коренились в его глубокой убежденности… в том, что человеческий ум может проникать в тайны природы с помощью мышления вследствие гармонии между законами мышления и законами природы"[3].

Что касается методологического принципа дискретности, то он навеян Планку во время его интенсивного изучения тепловых явлений с помощью статистики Больцмана, основанной на молекулярно-кинетической теории. "Используя статистику Больцмана, Планк, в отличие от многих исследователей, рассматривал как раз те случаи, где дискретность этой теории надо учитывать"[4]. Ниже мы покажем, какую роль сыграло в становлении понятия кванта действия у Планка соотношение Больцмана (логарифмический характер связи энтропии с термодинамической вероятностью). Не только молекулярно — кинетическая теория сыграла свою роль в становлении понятия квантов, но и теория электромагнетизма.

Поскольку процесс излучения в полости связан с теорией электромагнетизма, Планк применяет уравнения Максвелла-Герца к рассмотрению резонаторов с произвольными начальными условиями. При этом он доказывает, что такое рассмотрение выявляет необратимые

[1] Plank M. *Die Entstehung und bishierige Entwicklung der Quanten Theorie*. Stuttgart, 1949. S. 128.

[2] Планк М. *Единство физической картины мира*. – М., 1966. С. 23. "Именно это стремление (к "изначальной гармонии" — Д.О) было неиссякаемым источником терпения и настойчивости, — пишет А. Эйнштейн, — с которыми Планк отдавался самым простым вопросам, связанным с физической наукой, в то время как он мог бы поддаться искушению и пойти иными путями, которые привели бы к более привлекательным результатам" (См.: Эйнштейн А. СНТ., Т. 4. С. 154–155). Несколькими строками впереди он замечает: "Лейбниц удачно назвал это свойство (присущее миру восприятий — Д.О.) "изначальной гармонией"" (Там же. С. 154). Таким образом, можно дополнить принцип простоты Планка принципом предустановленной (изначальной) гармонии Лейбница, сыгравшим селективную роль в становлении гипотезы квантов.

[3] Борн М. *Размышления и воспоминания физика*. С. 53. Об этом интересе к философии свидетельствуют названия его работ: "Единство физической картины мира", "Позитивизм и реальный мир". Будучи стихийным естественнонаучным материалистом по своему мировоззрению М. Планк "решительно и постоянно отвергал" (М. Борн) позитивизм, критикуя Эрнста Маха (См.: там же. С. 75).

[4] Ассеев В.А. *Экстремальные принципы в естествознании и их философское содержание*. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. С. 82.

процессы, ведущие к стационарному состоянию резонаторов. Вместе с тем Планк допускает, что энергетическое распределение стационарного состояния последних то же, что и излучение в полости, и поэтому оно определяет энергетический спектр излучения черного тела[1].

Методологическая реконструкция оригинальных текстов работ[2] М. Планка позволяет обнаружить умозрительный характер формирования теоретического конструкта "квант действия". Планк пишет: "Итак представим себе множество таких колеблющихся с определенной частотой элементарных осцилляторов, находящихся в однородном изоляторе, например, в вакууме, окруженном со всех сторон твердыми зеркальными стенками. Колеблясь эти осцилляторы излучают волны и, следовательно, энергию, но одновременно они также благодаря резонансу селективно поглощают попадающие на них волны и тем самым увеличивают свою колебательную энергию"[3]. Далее, отталкиваясь от этого образного представления, Планк приходит к образованию предельного представления — "идеала" в виде элементарных осцилляторов, играющих роль центров излучения ("Но для развиваемой здесь теории в этом вовсе нет надобности, так как здесь с самого начала вводится предположение, что длина волны осциллятора, колеблющегося с собственной частотой, велика по сравнению с его линейными размерами. Такое предположение позволяет развивать теорию излучения и поглощения, совсем не интересуясь внутренним строением резонатора."[4]).

В качестве структурного образа — гештальта Планком выбрано представление о любой статистической системе, состоящей из очень большого числа движущихся частиц («газ в закрытом сосуде»). Это представление перенесено из статистики распределения частиц, что позволило использовать понятие о термодинамической вероятности и логарифмический характер ее связи с энтропией: $S_N = k \ln W$. В результате замещения в статистической системе движущихся частиц (т.е. в "газе, находящимся в сосуде") каждой частицы элементарным осциллятором, играющего роль центра излучения, он получил представление об "осцилляторном газе" и путем последующей универсальной

[1] При этом следует заметить, что В. Вин использовал в качестве эвристического средства распределение Максвелла-Больцмана по скоростям, которое согласно молекулярно-кинетической теории характеризует состояние равновесия, наступающее в результате необратимых процессов при любых начальных условиях. Стало быть, Планк выбрал несколько иной путь: он переносит данное распределение по скоростям с почвы молекулярно-кинетической теории на лоно максвелловской электродинамики.

[2] Планк М. *Избранные труды.* 1975. С. 191–431.

[3] Планк М. *Избранные труды.* 1975. С. 191–192.

[4] Там же. С. 195. Другими словами, устремляя к нулю линейные размеры осциллятора, т.е. пренебрегая внутренним строением данного резонатора приходим к "идеалу".

генерализации умозрительной модели ("осцилляторного газа") всевозможным статистическим системам с различными распределениями частот по «энергетическим ячейкам» Планк приходит к понятию о "дискретных частицах энергии", распределяющихся между осцилляторами с одинаковой собственной частотой, т.е. конструкту "квант энергии". Следовательно, данный фундаментальный конструкт — продукт умозрительных процедур нелогического характера, т.е. имеет неэмпирическую природу происхождения («неиндуктивную»)[1].

Здесь Планк явно использует соотношение Больцмана $S_N = k \ln W$, W — вероятность, или число распределений, совместимых с энергией системы, требовало от него применения комбинаторики для определения W, исходящей из установки Планка, что полная энергия системы $U_N = NV$ состоит из целого числа P «элементов энергии» ε (т.е. $U_N = P\,\varepsilon$). Как пишет сам Планк: «Теперь мы должны дать выражение для распределения энергии U_N между N резонаторами с частотой ν. Если U_N может быть разделено на точно определенное число конечных равных частей используем при этом природную константу $h=6{,}55 * 10^{-27}$ эрг*с. При умножении этой константы на общую частоту ν резонаторов получается элемент энергии, который должен быть распределен между N резонаторами»[2]. Следовательно, требование применить комбинаторику заставило Планка ввести квант действия, что, несомненно, революционизировало в целом физическое познание.

Основной идеей Планка была идея о дискретности возможных уровней энергии осциллятора. Как пишет М. Борн, его современников "более всего волновали "квант энергии" $\varepsilon_0 = h \cdot \nu$ и утверждение Планка, что энергия, излучаемая и поглощаемая осцилляторами, "атомарна", всегда кратна ε_0. Это было тем предположением, которое привело Планка к выражению для средней энергии системы осцилляторов"[3].

Используя больцмановский закон распределения в качестве формального гештальта, М. Планк получил математическое выражение для плотности излучения. При этом он рассматривал энтропию как решающую величину и полагал, что вероятность W определенного распределения энергии E между N осцилляторами, обладающими собственной частотой ν, равна числу способов, с помощью которых эта энергия может распределяться между этими конечными порциями, кратными некоторой величине ε_0, т.е. кванту энергии.

[1] Вошло в традицию считать, что природа понятия кванта действия эмпирическая (результат индукции). (См.: например, Тригг Дж. *Решающие эксперименты в современной физике.* – М.: Мир, 1974. С. 31).

[2] Планк М. *К теории распределения энергии излучения нормального спектра* // *Избранные труды*. С. 251–257.

[3] Борн М. *Размышления и воспоминания физика*. С. 63.

Новый эпохальный планковский конструкт “квант энергии” требовал у его создателя адекватной физической интерпретации.

В известной своей статье “Квант действия Планка и его всеобщее значение” (1911 г.) один из сотворцов квантовой теории А. Зоммерфельд подчеркивает об удачном выборе Планком термина “квант действия” и его связи с принципом наименьшего действия Гамильтона[1].

Более того, Зоммерфельд устанавливает связь между постоянной Планка h и имеющим ту же размерность действия интегралом $\int Ldt$ [2]. Это обстоятельство и послужило основанием выбора этого термина Планком, ибо интеграл по времени от энергии не имеет никакого иного физического значения, кроме величины действия, которая является инвариантной в СТО и НКМ[3].

Возвращаясь к планковской формуле для плотности излучения, можно утверждать, что она, на наш взгляд, является феноменологической конструкцией, т.е. некоторой формализованной дедуктивной системой[4]. Следовательно, закон Стефана-Больцмана для общего излучения, закон смещения Вина — для малых температур, могут быть дедуктивно получены из него как частные случаи. Таким образом, феноменологическая конструкция М. Планка обладала функцией эмпирического объяснения элементарных законов излучения. Она получена М. Планком “полуэмпирическим” путем, т.е. с использованием описанных выше умозрительных процедур гештальт — переключения.

Фундаментальный эмпирический закон (в данном случае формула распределения энергии спектра абсолютно черного тела М. Планка) получается методом проб и ошибок: из множества возможных математических структур, известных ему из литературы, он выбирает такую, из которой в принципе можно получить посредством математической дедукции все известные выше перечисленные законы излучения, согласующиеся с экспериментом. Вот этот знаменитый закон излучения М.Планка[5]:

[1] Зоммерфельд А. *Квант действия Планка и его всеобщее значение* // *Вариационные принципы механики.* – М.: Наука, 1959. С. 779. Кроме этой статьи в интерпретации конструкта “кванта действия” помогла нам работа В.А. Ассеева: Ассеев В.А. *Экстремальные принципы в естествознании.* С. 82–83.

[2] Зоммерфельд А. Указ. статья С. 779. Здесь он обращает внимание и на то, что действие есть инвариант СТО.

[3] Согласно Планку, такой «абсолютной, общезначимой, инвариантной» величиной в теории относительности и квантовой механике является действие. См.: Планк М. *Научная автобиография* // *М. Планк (1858–1947)*. С. 28.

[4] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С. 35.

[5] Ниже приводится краткая история открытия этого закона: “Вероятнее всего, Планк открыл свой

$$\rho(\nu,T) = (8\pi h\nu^3/c^3)[\exp(h\nu/kT)-1]^{-1} . \qquad (1.1)$$

Этот выбор Планка корректировался, как признался сам Планк, больцмановским ходом мыслей[1], т.е. рассмотрением связи между энтропией и вероятностью: тем самым опровергается ходячее мнение о том, что формулу Планка часто представляют как результат интерполяции между законами Вина и Рэлея-Джинса[2]. Феноменологическая “теория” Планка в форме феноменологической конструкции (поэтому взята нами в кавычки, чтобы не было путаницы понятий) положила начало квантовой физике.

Корпускулярно-волновой дуализм А. Эйнштейна. Дальнейшим обобщением понятия квантов М. Планка является знаменитая статья А. Эйнштейна: “Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света”[3] (1905 г.), появившаяся одновременно с классической его работой по СТО, а также с его замечательной статьей о броуновском движении в одном и том же томе физического журнала “Annalen der Physik”. Этот факт говорит о том, что к 1905 г. творчество Эйнштейна испытало своеобразную «бифуркацию», приведшую к столь фундаментальным открытиям в области физического познания.

В этой так называемой статье по фотоэффекту, хотя она выходит за рамки этой проблемы, Эйнштейн, предварительно выбрав в качестве формального метаконструкта закон излучения Вина, рассмотрел

закон рано вечером в воскресенье 7 октября. В тот день семейство Планков, — пишет А. Пайс, — навестили Рубенс с женой. Рубенс рассказал Планку, что по его данным величина $\rho(\nu,T')$ пропорциональна T при малых ν. Не успели гости уйти, как Планк сел за работу и сразу понял, что нужно изменить в законе Вина, описываемом уравнением ($\rho=\alpha\nu 3 \exp(-\beta\nu/T)$), чтобы соответствовать результату Рубенса. В тот же вечер он отправил Рубенсу открытку с полученной им формулой, а 19 октября в ходе дискуссии после представления работы Курлбаумом он предложил ее публично” (Пайс А. *Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна.* С. 350–351). Спустя два месяца в новых обозначениях Планк представил приведенную выше формулу (1.1.). Поэтому М. Джеммер считает дату 19 октября, а не 14 декабря 1900 г. днем рождения квантовой теории. Также существует точка зрения, что формула (1.1) получена путем интерполяции данных эксперимента. Но мы выше показали, что это далеко не так: она получена «полуэмпирическим» путем, т.е. с использованием умозрительных процедур исследования. Это подтверждает и А. Пайс (См.: Там же. С. 351), который считает, что она получена “исходя из фундаментальных соображений” (Пайс).

[1] Найденная Планком формула (речь идет о формуле, которую он предложил на заседании немецкого физического общества 19 октября 1900 г.), как отмечал он сам, первоначально “…была сама по себе только счастливо угаданным законом, имеющим только формальное значение. Поэтому в день когда она была установлена, я занялся задачей придать ей действительно физический смысл”. Планк М. *Единство физической картины мира*. – М.: Наука, 1966. С. 17.

[2] Однако работа Рэлея, по-видимому, не была известна Планку. Он не упоминает о ней ни разу в те годы.

[3] Эйнштейн А. СНТ. Т. 3. С. 92–117.

монохроматическое излучение. При этом Эйнштейн находит выражение для энтропии данного излучения, помещенного в сосуд с идеально отражающими стенками, когда это излучение занимает только часть объема сосуда, т.е. он выбирает в качестве гештальта модель излучения в закрытом сосуде. Также как М. Планк, Эйнштейн, учитывая больцмановское соотношение: $S_N = k \ln W$, получает относительную вероятность того, что все излучения содержатся только в части V всего объема сосуда V_0

$$S(\nu, V, E) - S(\nu, V_0, E) = \left(\frac{E}{\beta\nu}\right)\ln\left(\frac{V}{V_0}\right) = \left(\frac{R}{N}\right)\ln\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{NE}{R\beta\nu}} \qquad (a)$$

Уравнение (а) получается как следствие уравнения:

$$\varphi = -\left(\frac{\rho}{\beta\nu}\right)\left[\ln\left(\frac{\rho}{\alpha\nu^3} - 1\right)\right], \qquad (в)$$

где $\varphi(\nu, T)\, d\nu$ — плотность энтропии на единицу объема в интервале частот от ν до ν+dν и ρ — спектральная плотность. Тогда: $\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\rho}\right) = \frac{1}{T}$.

Предположим, что закон Вина справедлив. В этом случае получаем (в). При выводе уравнения (а) учитываем, что $S(\nu, V, T) = \varphi\, V d\nu$ и $E(\nu, V, T) = \rho V dV$ есть соответственно полная энтропия и энергия для данного объема в интервале частот ν до ν+dν.

Если теперь рассмотреть тот же сосуд, но заполненный молекулами идеального газа (процедура замещения), то вероятность того, что n молекул находятся в объеме V при постоянной температуре T такова:

$$S(V, T) - S(V_0, T) = \left(\frac{R}{N}\right)\ln\left(\frac{V}{V_0}\right)^n. \qquad (b)$$

Значит Эйнштейн по своему вывел знакомую формулу конечного обратимого изменения энтропии S при постоянной температуре T.

Прибегая к процедуре отождествления математических форм (а) и (b), Эйнштейн заключил, что монохроматическое излучение малой плотности (в пределах области применимости закона излучения Вина) в смысле теории теплоты ведет себя так, как будто состоит из независимых друг от друга квантов энергии hν[1]. "Согласно этому сделанному здесь

[1] Т.е. квантов энергии величиной $R\beta\nu/N$, где $\beta = h/k$, $k = R/N$. Отсюда $R\beta\nu/N = h\nu$. Эвристический принцип, которым руководствовался Эйнштейн при выдвижении гипотезы световых квантов

предположению, — писал Эйнштейн, — энергия пучка света вышедшего из некоторой точки, не распределяется непрерывно во все возрастающем объеме пространства и складывается из конечного числа локализованных в пространстве неделимых квантов энергии, поглощаемых или возникающих только целиком"[1]. Данное предположение о «зернистой» структуре излучения, о "фотонах" (Льюис, 1926 г.), было не меньшим вызовом классической физике, чем СТО.

В работе "К современному состоянию проблемы излучения"[2] (1909 г.) Эйнштейн, исходя из закона Планка, т.е. дважды использовав в своих математических выкладках закон излучения М. Планка (1.1), получил формулу для среднеквадратичной флуктуации энергии излучения:

$$\overline{\varepsilon^2} = \overline{E}h\nu + \frac{c^3\overline{E^2}}{8\pi\nu^2 V d\nu}, \qquad (1.2)$$

где $\overline{E}$ — средняя энергия излучения, приходящаяся на единицу объема.

Для получения этой формулы Эйнштейн выбрал следующую умозрительную модель на основании закона излучения Планка: он представил полость, заполненную черным излучением, и поместил в нее идеальную отражающую пластинку, которая испытывала бы флуктуацию давления, подобно пластинке, помещенной внутри газа.

Полученную формулу можно интерпретировать следующим образом. Второй член в правой части (1.2) соответствует среднеквадратичной флуктуации, обусловленной интерференцией парциальных волн, т.е. беспорядочным отражением волн от стенок полости, в которой заключено излучение, и от их интерференций (следствие максвелловской теории света). Напротив, первый член совершенно не соответствует максвелловской теории, но, как считал Эйнштейн, соответствует его гипотезе световых квантов. Иными словами, он описывает флуктуации, подобные тем, которые имеют место в статистической системе частиц при их хаотическом движении (но такая квадратическая флуктуация может иметь место при дискретности излучения). Свою интерпретацию Эйнштейн обосновал наглядной моделью движения зеркала под

,заключается в следующем: "…если монохроматическое излучение (достаточно малой плотности) в смысле зависимости энтропии от объема ведет себя как дискретная среда, состоящая из квантов энергии величиной $R\beta\nu/N$, то напрашивается вопрос, не являются ли законы возникновения и превращения света такими, как будто свет состоит из подобных же квантов энергии" (см.: Пайс А. Указ. кн. С. 361). Иначе говоря, гипотеза световых квантов есть суждение о квантовых свойствах свободного электромагнитного излучения, а эвристическим принципом, приведшим Эйнштейна к этой гипотезе, явился принцип распространения этих свойств света на взаимодействие света и вещества.

[1] Там же. С. 93.

[2] Эйнштейн А. Указанная работа. С. 164–179.

действием хаотических флуктуаций (подобной броуновской) светового давления. При этом второй член (1.2) играет основную роль в случае малых частот, когда справедливы формулы Рэлея-Джинса и излучение ведет себя как *волна*, а, наоборот, первый член (1.2) играет основную роль в случае больших частот (когда справедлива формула Вина) и излучение проявляет себя как *корпускула.* Таким образом, был сделан А. Эйнштейном решающий вклад в теорию корпускулярно-волнового дуализма света, который впоследствии разовьет Л. де Бройль по отношению к частицам.

Полуклассическая модель атома Н. Бора (старая квантовая механика). Непосредственно созданию НКМ (в матричной и волновой формах) предшествовало эмпирическое исследование законов микромира, которое нашло отражение в эмпирических законах такого типа, как законы Бальмера (серии Бальмера: $\lambda=Bn^2/(n^2-4)$, где n = 3,4,5… B=const), Ридберга (серии Ридберга: $1/\lambda=4/B(1/4-1/n^2)$ или $\nu= R(1/4-1/n^2)$, где R — постоянная Ридберга), в феноменологической конструкции (комбинационный принцип Ритца)[1], рассмотренные выше формулы для распределения энергии в спектре черного излучения и т.п. Если конкретизировать, то становление квантовой теории начинается, как показали мы выше, с первых попыток найти определенные закономерности в распределении этих линий в спектре водорода И. Бальмером в 1885 г. Как известно, было предложено два способа объяснения линейчатого спектра водорода: модель водородного атома Никольсона (1912 г.) и модель Бора (1913 г.)[2]. Так как в литературе более известна модель атома Бора, начнем с нее. В качестве предпосылок для создания этой модели могут быть перечислены следующие: 1) ядерная модель атома (Резерфорд, 1911 г.) с планетарным характером движения электронов (“сатурнианская” модель Нагаока, 1903 г.); 2) устойчивое существование атомов; 3) квантование энергии (Планк, 1900 г.) и 4) комбинированный принцип (Ритц, 1908 г.). Сущность этого принципа состоит в том, что термы, т.е. величины, принадлежащие различным сериям данного спектра, можно комбинировать друг с другом. В результате этой комбинации получаются соответствующие спектральные

[1] Так, наряду с серией Бальмера в спектре водорода была обнаружена сходная с ней серия Пашена. В результате обобщения этих серий была выведена обобщенная формула Бальмера: ν=R(1/m2-1/n2). Ее анализ показал, что волновое число любой спектральной линии водородного атома спектра можно представить как разность двух членов типа R/m2 при любых двух целых значениях m. Путем дальнейших преобразований приходим к феноменологической конструкции — комбинационному принципу Ритца: ν=T(m)-T(n).

[2] Здесь и дальше буду опираться на исследование В.П. Бранского, воспроизведенного в его статье “Эвристическая роль философских принципов в современной науке”. См.: *Ленинская теория отражения в свете современной науки и практики.* – София: Наука и искусство, 1981. С. 547–559.

линии.

Стало быть, модель атома Бора, в отличие от предыдущих моделей, Томсона и Резерфорда, содержит, наряду с хорошо знакомыми механическими и электромагнитными свойствами, такой совершенно парадоксальный (и ненаглядный) с точки зрения классической физики элемент, как квантование энергии (Планк М., 1900 г.)[1] и отсутствие излучения при движении по орбите.

Здесь имело место творческое умозрение: в качестве структурного образа выбрана Бором планетарная модель атома Резерфорда (кстати, хорошо экспериментально обоснованная), в которой электронные орбиты им были замещены стационарными, дискретно расположенными (т.е. квантованными) орбитами. Следовательно, этот творческий синтез резерфордовской модели с квантовым представлением Планка не обусловлен ни индукцией из известных физических принципов, ни дедукцией из философских принципов.

Для полноты оценки модели атома Бора необходимо рассмотреть развитие атомных моделей до нее. Не будем останавливаться на механических или гидродинамических атомных моделях, не представляющих интереса с точки зрения квантовых представлений. Заслуживают внимания атомные модели Перрена, Томсона и упомянутые уже нами модели Нагаои, Резерфорда и Никольсона. В модели Перрена (1901г.) положительно заряженная частица была окружена электронами, компенсирующими заряд центральной частицы. Согласно томсоновской модели (1903 г.) атом водорода являл собой положительно заряженную сферу с радиусом 10^{-8} см с колеблющимся электроном в центре. Модель Томсона замечательно объясняла существование спектральных линий атома. Дело в том, что частота колебаний электрона определяется радиусом сферы, зарядом и массой электрона, и если радиус сферы имеет порядок радиуса атома, частота этих колебаний совпадает с частотой колебания спектральной линии атома. На наш взгляд, таким образом, Бору предстояло сделать выбор между моделями Томсона и Резерфорда, которые реально конкурировали между собой. Как известно, модель Томсона не смогла объяснить больших угловых отклонений (до 150^0), которые наблюдались в экспериментах по рассеиванию частиц (опыты Гейгера и Марсдена) и эффект Штарка (1913 г.). Значит селективным критерием выбора научным сообществом модели Резерфорда послужили

[1] “Для Бора достаточно планковских квантов энергии, — пишет И.С. Алексеев, — относившихся к взаимодействию излучения с атомами и представляющих собой дискретные порции энергии, непрерывно распределенной в некоторой области пространства”. (См.: Алексеев И.С. *Принцип дополнительности // Методологические принципы физики.* – М.: Наука, 1975. С. 388). Здесь указывается на неточность Дж. Холтона, который модернистски приписывает Бору использование эйнштейновских световых квантов уже в атомной модели 1913 г.

экспериментальные данные (спектроскопические и единичные акты рассеяния на большие углы)[1].

Почти одновременно с Томсоном японский физик Х. Нагаока, опираясь на максвелловскую концепцию стабильности движения колец Сатурна, построил свою модель атома. В "сатурнианской" модели Нагаока имелась центральная положительно заряженная частица, окруженная электронами, вращающимися с общей угловой скоростью. Надо полагать, что Нагаока выбрал в качестве гештальта максвелловское представление о движении колец Сатурна с осцилляцией. Путем замещения этих колец осциллирующей электронной конфигурацией Нагаока надеялся объяснить линии эмиссионного спектра и стабильность атома. Далее. Опираясь на модели Перрена и Нагаоки, кембриджский астрофизик Никольсон с целью объяснения природы неидентифицированных линий спектров туманностей и солнечной короны выдвинул свою модель атома. При этом Никольсон включил планковский квант действия в свою теорию, приняв, что частоты различных наблюдаемых спектральных линий можно объяснить следующим предположением: отношение энергии системы и частоты вращения кольца электронов является целым кратным постоянной Планка[2]. Никольсон предполагал, что очень важно, что вся масса атома сосредоточена в центральной положительно заряженной сфере. По любопытному совпадению в истории нашего предмета наиболее важные нововведения Никольсона, именно идея тяжелого ядра и представление о спектре как о квантовом явлении, были к тому времени уже введены в науку в результате независимых исследований[3]. Имеются в виду исследования Нернста (1911 г.), Бьеррума (1911 г.) и Резерфорда (1911 г.) Вместе с тем Никольсон предвосхитил некоторые идеи Бора[4],

[1] Свой выбор осуществил и Бор. "В марте 1912 г. Бор покинул лабораторию Дж. Томсона в Кембридже, чтобы присоединиться к «команде" Резерфорда в Манчестере, — пишет М. Джеммер, — потому что у него были разногласия с Томсоном по поводу томсоновской модели атома в виде пирога с изюмом — или, как однажды заметил Кондон, потому что "Дж. Дж. вежливо намекнул, что было бы не плохо (it might be nice), если бы он (Бор) покинул Кембридж и перешел работать к Резерфорду" (См.: Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики.* – М.: Наука, 1985. С. 78).

[2] Джеммер М. Указанная монография. С. 81. При этом М. Джеммер заключает, что "теория Никольсона, основанная на соответствии между частотами оптических и механических колебаний, конечно, ни в коей мере не совместима с комбинационным принципом Ритца. Да и введение постоянной Планка отнюдь не было мотивировано какими-либо соображениями относительно стабильности ее модели атома".

[3] Там же.

[4] "Хотя известно из истории физики, что Н. Бор был знаком с концепцией Никольсона, но она не имела решающего влияния на формирование теории Бора из-за "отсутствия профессионализма" (Розенфельд) у Никольсона. (См.: Джеммер М. Указанная монография. С. 81–82). Бор познакомился с концепцией Никольсона только к концу 1912 г. "Это мы знаем по рождественской открытке, посланной им своему брату Харальду". (См.: там же. С. 84.). Есть подробная ссылка Бора на Никольсона в его работе: "О строении атомов и молекул". (См.: Бор Н. *Избранные научные труды.* –

основываясь часто на ошибочных рассуждениях. Упомянутое выше «любопытное совпадение» независимых исследований можно объяснить исходя из синергетической познавательной модели: познание атома двигалось к своему аттрактору через перечисленные ранее атомные модели — к атому Бора. Близ точки бифуркации, на наш взгляд, оказались две альтернативные модели: Никольсона и Бора.

Таким образом, и атом Бора, и атом Никольсона излучали и поглощали свет дискретными порциями — квантами, что противоречит классической физике.

В этом пункте заключается их сходство, а различие — в непрерывности (в атоме Никольсона) и скачкообразности (в атоме Бора) перехода электрона с одной орбиты на другую при излучении или поглощении светового кванта.

Можно предположить, что в основе обеих моделей, построенных для объяснения линейчатого спектра водорода, лежал следующий физический принцип: причиной излучения (и поглощения) атомом световых квантов является дискретное изменение состояния атома (так называемый квантовый постулат Бора)[1].

Теперь перейдем к проблеме выбора своей модели Бором. Выбор всегда предполагает предпочтение из множества (потенциального или актуального) вариантов своего варианта на основе определенного селективного критерия.

"С современной точки зрения выбор, — как пишет В.П. Бранский, — который сделал Никольсон, кажется в высшей степени странным и даже просто нелепым: кажется бессмысленным сочетать в одной модели предположение о дискретном характере излучения с допущением о непрерывном характере изменения состояния атома. Однако Никольсон упорно избегал этой возможности. Нетрудно догадаться, что этому способствовала традиционная для мировоззрения классической физики установка, восходящая еще к философии Лейбница и Канта: "Природа не делает скачков""[2].

Между тем "нет никаких сомнений в том, что датский предтеча современного экзистенциализма, Сёрен Кьеркегор, в какой-то мере подействовал на развитие современной физики, ибо он повлиял на Бора"[3]. Это подтверждает тот факт, что для молодого Бора главным авторитетом по философским вопросам был "пылкий ученик и блестящий толкователь учения Кьеркегора" (М. Джеммер) Харальд Гёффдинг — близкий друг

М.: Наука, 1970. Т. 1. С. 89, 97).

[1] Бранский В.П. Указанная статья. С. 553.

[2] Бранский В.П. Указанная статья. С. 554.

[3] Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*. С. 174.

Христиана Бора — его отца. “Кьеркегоровская философия жизни и религии, его так называемая “качественная диалектика”, его антитеза мышления и реальности, его альтернативные концепции жизни, — продолжает М. Джеммер, — и его настойчивые указания на необходимость выбора — все это, по-видимому, оказало большое влияние на молодого Бора”[1]. Так называемая “качественная диалектика” Кьеркегора обосновывала существование дискретных качественных изменений, не сводимых к непрерывным количественным изменениям. “Нечто решающее происходит всегда только рывком, при внезапном повороте, который нельзя предсказать на основании прошлого и который не определяется им”, — так характеризует Гёффдинг индетерминистскую теорию “скачков” Кьеркегора. “Представляется очевидным, что если скачок происходит между двумя состояниями или двумя моментами времени, ни один глаз не в силах наблюдать его, — продолжает Гёффдинг, — и так как поэтому он никогда не может быть явлением, его описание перестает быть описанием”[2]. Отсюда совсем уж близко до утверждения Бора, что динамическое равновесие системы в стационарных состояниях можно рассматривать с помощью обычной механики, тогда как переход системы из одного стационарного состояния в другое нельзя трактовать на этой основе[3]. Иными словами, в этом основном и других допущениях Бора[4] скрыто присутствует диалектический принцип «природа делает скачки”. Не вызывает сомнений, что последний принцип сыграл роль селективного критерия в выборе Бором модели водородного атома и лежащих в ее основе квантовых постулатов, носящих его имя. Здесь можно сделать замечание, касающееся субъективного характера “качественной” диалектики Кьеркегора, но, несмотря на это, она повлияла на мировоззрение молодого Бора. Впоследствии зрелый Бор, по-видимому, модифицировал субъективные “скачки” Кьеркегора на объективный лад, что подтверждает успешное применение Бором их эвристического потенциала в создании так называемой старой квантовой теории[5].

Теперь, уже после философского обоснования процедуры выбора Бором модели водородного атома и связанных с ней боровских квантовых

[1] Там же.
[2] Там же.
[3] Бор Н. Указанная работа. С. 90.
[4] Там же. С. 142–148.
[5] В данной работе мы совсем не обсуждали или отчасти обсуждали эвристическое влияние эксперимента с катодными лучами (они подсказали Бору идею уровней энергии), во-первых, и, во-вторых, такое же влияние оказали работы по спектроскопии (Ридберг, Ритц): “Как только я увидел формулу Бальмера, — часто повторял Бор, — для меня сразу стало ясно” (цитируем по: Джеммер М. Указанная монография. С. 86).

постулатов, появилась у нас возможность перейти к методологическому анализу количественной «модели» старой квантовой механики.

Надо полагать, что с помощью теоретического принципа, называемого квантовым постулатом Бора в качестве физического селектора, он (Бор) выбрал фундаментальный теоретический закон старой квантовой механики, т.е. его математическую структуру:

$h\nu = E(m) — E(n)$.

Последняя удивительно напоминает упомянутый нами комбинационный принцип Ритца, полученный путем обобщения спектральных серий Бальмера, Пашена и др. По-видимому, математическая структура названного принципа послужила формальным структурным гештальтом для получения математической формы данного закона. Поэтому нас не удивляет часто повторяемое Бором высказывание: «Как только я увидел формулу Бальмера, для меня все стало ясно». Более того, оно находит рациональное объяснение: произошло замещение сочетаний T(m) и T(n), т.е. спектральных термов соответствующих определенным спектральным линиям разностью энергий между дискретными энергетическими состояниями (энергетическими уровнями) атома, с которыми связан квантовый переход. И эта разность равна величине кванта света, излучаемого или поглощаемого водородным атомом. Путем математических преобразований, на основе фундаментального теоретического закона, Бор пришел к формуле частоты излучения для водородоподобных атомов:

$$\nu = \frac{mz^2e^4}{4\pi\hbar c}\left(\frac{1}{\kappa^2} - \frac{1}{n^2}\right),$$

с помощью которой, подставляя вместо z единицу, можно придти к обобщенной формуле Бальмера, выражающей известный фундаментальный эмпирический закон, а подставляя другие целые числа (например, z =2 можно “предсказать” и “аномальную” формулу Пикеринга, для ионизированного гелия) придти к новым фундаментальным эмпирическим законам для линейчатых спектров любых сильно ионизированных газов.

Таким образом, полуклассическая модель атома Н. Бора обладала всеми необходимыми признаками фундаментальной физической теории, в число которых входят теоретические принципы — “квантовые постулаты Бора”, фундаментальный теоретический закон — “условие частот” Бора, принципиально проверяемая теоретическая схема и т.д. На наш взгляд, в названии “старая квантовая механика” полуклассической модели атома Бора есть глубокий смысл, указывающий, с одной стороны, на фундаментальный характер теоретического построения Бора, а с другой

стороны, намек на гибридность (метафоричность, парадоксальность или "полуклассичность") этой теоретической системы. Несмотря на это, главным достоинством теории Бора является то, что она объясняет известные эмпирические законы Бальмера, Ридберга, Ритца и др., но, в то же время, предсказывает новые эмпирические законы Пикеринга и др. (при z=3 закон для дважды ионизированного атома лития).

Волны материи Луи де Бройля. Теперь перейдем к обсуждению тех эвристических процедур, которые помогли физикам в построении и интерпретации так называемой новой квантовой теории, нерелятивистской квантовой механики (НКМ), обозначенной нами в начале главы. Начало НКМ в его волновом варианте было положено исследованиями Луи де Бройля (1923–1924 гг.). Эвристическими ориентирами становления концепции волн материи де Бройля, направлявшими его размышления, послужили следующие обстоятельства: 1)влияние Мориса де Бройля — старшего брата Луи и его взгляды на природу рентгеновских лучей (т.е. взгляды Брэгга); 2) труды Анри Пуанкаре "Ценность науки" и "Наука и гипотеза" и блестящие лекции Поля Ланжевена о природе времени в теории относительности; 3) серия статей по гидродинамической модели колеблющегося атома Марселя Бриллюэна ("истинный предшественник волновой механики" (Л. де Бройль)) и 4) работы А. Эйнштейна по световым квантам.

Если первые два обстоятельства помогли сделать выбор Л. де Бройлем в пользу физики в ущерб гуманитарным наукам (т.е. изменить профессию бывшему лиценциату литературы по разделу истории; его гуманитарная склонность, как нам кажется, помогла де Бройлю сделать открытие "волн материи"), то последние два обстоятельства — прощупать ему внутренний механизм корпускулярно-волновых процессов. На первом этапе своего исследования он постарался связать световые кванты Эйнштейна с явлениями интерференции и дифракции, воспользовавшись математической аналогией между аналитической механикой и волновой теорией.

В итоге Л. де Бройль, введя пробное понятие "фиктивной волны, связанной с движущимся телом", после определенных математических выкладок приходит к выводу: "…быть может, каждое движущее тело сопровождается волной и что невозможно разделить движение тела и распространение волны"[1].

На втором этапе исследования Л. де Бройль приходит к утверждению, что скорость частицы равна групповой скорости фазовых волн и, что

[1] Де Бройль Л. *Попытка построения теорий квантов* // *Вариационные принципы механики*. – М.: Физматгиз, 1959. С. 631–640.

очень любопытно, в каждой точке своей траектории она (частица) следует по лучу ее фазовой волны[1]. Данное постулативное положение де Бройля выбрано им на основе формального отождествления принципа Ферма и вариационного принципа Мопертюи, т.е. оптико-механической аналогии Гамильтона. "Идея глубокой связи между этими принципами, — пишет, подчеркивая селективную роль этой идеи, Л. де Бройль, — является чрезвычайно ценной для отыскания пути к синтезу волн и квантов"[2]. Стало быть, траектория частицы будет определяться вариационными принципами Ферма-Мопертюи. Чрезвычайно плодотворной была догадка де Бройля, выраженная в форме вопроса: "не связан ли этот странный дуализм волн и частиц, примером которого так замечательно и несомненно явился свет, с глубокой и скрытой природой действия?"[3]. С помощью этой догадки он смог представить волнообразное распространение действия, иначе говоря, представил действие как фазу некоторой волны, распространяющейся из источника во все стороны, что позволило де Бройлю ввести в формулу постоянную Планка, имеющую размерность действия. Надо полагать, что высшим взлетом обобщающей мысли де Бройля было предположение, что коэффициент, связывающий энергию и частоту, с одной стороны и импульс и волновой вектор, с другой стороны, совпадает с постоянной Планка — квантом действия.

$E=h\lambda,\quad \vec{p}=h\vec{k}$

Отсюда выводится выражение для длины λ де-бройлевских волн. Абсолютная величина волнового вектора обратная длине волны, поэтому, подставляя в выражение для импульса вместо $k=\frac{1}{\lambda}$, получаем $p=\frac{h}{\lambda}$, откуда $\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{mV}$, т.е. известное соотношение де Бройля. Позже Л. де Бройль писал, что возникновение этих идей придавало волнующую остроту мысли о том, что в классической аналитической механике формальная аналогия между траекториями частиц и световыми лучами устанавливается через посредство понятий действия, т.е. в точности того самого понятия, которое послужило основой для введения квантов. Не подтверждает ли это в самом деле мысль, что квант действия служит соединительным звеном между корпускулярным и волновым

[1] Де Бройль Л. *Кванты света, дифракция и интерференция* // УФН, 1967. Т. 93. С. 180–181. Так же см.: Де Бройль Л. *Кванты, кинетическая теория газов и принцип Ферма.* Там же. С. 182–183.
[2] Де Бройль Л. *Исследования по теории квантов* // *Вариационные принципы механики.* С. 659.
[3] Де Бройль Л. *Революция в физике*. – М., 1965. С. 135.

представлениями о материальных частицах?[1] Исходя из того, что корпускулярно-волновой дуализм света связан с квантом действия, де Бройль выдвигает аналогичную гипотезу о двойственной природе электрона, т.к. он в стационарном состоянии атома описывается с помощью кванта действия[2]. По аналогии с собственным объяснением результатов эксперимента Юнга, он предположил, что "пучок электронов, проходящий сквозь достаточно узкое отверстие, также должен испытать дифракцию"[3].

Надо думать, что это предположение де Бройля является предсказанием его теории, требующим экспериментальной проверки[4].

Можно провести черту, подводящую итоги предварительных исследований начальных этапов становления квантовой теории, связанных с выбором теоретических принципов[5].

Нерелятивистская волновая механика Эрвина Шрёдингера. Как мы выше показали, на предыдущих этапах исследования квантовых явлений были выбраны следующие теоретические принципы: квантовый принцип Планка, принцип Эйнштейна, постулирующий корпускулярно-волновой дуализм, два постулата модели атома Бора, принцип волны — частицы де Бройля, составившие основу теоретической программы будущей НКМ. Теперь непосредственно перейдем к теоретическому уровню исследования формирования волнового аспекта НКМ в той форме, в которой он был открыт Шрёдингером.

Под влиянием идей Л. де Бройля[6] о двойственной корпускулярно-

[1] Там же. С. 136.
[2] Там же. С. 135.
[3] Цит. по: Джеммер М. Указанная работа. С. 241–242.
[4] Здесь можно указать на известные эксперименты Дэвиссона и Джеммера (1927 г.), П. Томсона (США, 1928 г.), Руппа, Эстермана и Штерна, Ферми, Маршалла, Зинна, С.П. Тартаковского, С.И. Вавилова, В.А. Фабриканта и др., подтвердившие волновые свойства частиц. Подробно на экпериментах Дэвиссона и Джеммера, Л. Бибермана, Н. Сушкина, В. Фабриканта остановимся позже и проведем соответствующий методологический анализ этих экспериментов.
[5] Существует мнение, что ""Старая" же квантовая теория, разрабатывавшаяся с 1900 по 1925 г., прогрессировала за счет "беспринципного", хотя и весьма изящного введения и применения специальных правил, а не в результате систематического изучения следствий применения того или иного набора аксиом" (См.: Пайс А. *Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна*. С. 80).
[6] К истории вопроса: как вспоминает Дебай: "Мы поговорили о теории де Бройля, решили, что мы ее не понимаем и что должны как следует подумать над формализмом де Бройля и его смыслом. Так я предложил Шрёдингеру выступить на коллоквиуме. Подготовка и толкнула его начать работу. Между его выступлением и появлением его статей прошло всего несколько месяцев". (Цит. из работы: Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики.* С. 253). Также его исследование стимулировало замечание Эйнштейна о том, что концепция де Бройля представляет собой большее, чем просто аналогию. Следующие слова Шредингера свидетельствуют о влиянии Эйнштейна на выбор им будущей области исследования: "Впрочем все это дело не возникло бы ни теперь, ни когда-либо позже (я имею в виду свое участие), если бы Вы в Вашей второй статье о квантовой теории

волновой природе материальных частиц ("дуализм волны-частицы") Шрёдингер выбирает такую математическую структуру, в которой выделялись бы дискретные значения какой-либо переменной.

Сейчас сделаем некоторое отступление, помогающее понять этот выбор Шрёдингера. Сначала он попытался обобщить понятие волн де Бройля на случай связанных частиц. Так, Шредингер получил решение задачи, при котором энергетические уровни представали как собственные значения некоторого оператора. Применяя свой найденный метод по отношению к электрону в атоме водорода, он использовал в качестве гештальта релятивистскую механику движения электрона в духе де Бройля. Полученные результаты не выдержали проверку опытом. "Теперь мы знаем, что метод Шрёдингера был совершенно верен, а разногласия (с опытом — Д.О.) объяснялись только тем, что он не принял во внимание спин электрона"[1]. Но в то время спин электрона не был известен в науке. Поэтому он был вынужден выбрать нерелятивистский вариант движения электрона, согласующийся с наблюдениями. Таким образом, Шрёдингер вновь вернулся к своему методу рассмотрения водородного спектра как задаче о собственных значениях. Дело в том, что по де Бройлю стабильность атома определяется квантовым условием Зоммерфельда. Если вставить в формулу Зоммерфельда дебройлевское соотношение, то получим уравнение:

$$\oint \frac{1}{\lambda} dq = n \, .$$

Для Шрёдингера это уравнение было эвристическим указателем на задачу о собственных значениях.

Поэтому первое его сообщение, озаглавленное "Квантование, как задача о собственных значениях", не содержало даже общей постановки задачи и носило сугубо формальный характер. Во втором сообщении, непосредственно следовавшим за первым, которое логически должно было предшествовать ему, Шрёдингер разъяснил идеи, руководившие им. Он указывает: "Вариационный принцип Гамильтона может рассматриваться как принцип Ферма для распределения волн в конфигурационном пространстве (q — пространстве)…"[2]

Согласно методологическому закону — методу "физических аналогий", Шрёдингер обращается к сходному приему лишь в первом приближении — максвелловскому: он использует оптико-механическую

газов не щелкнули меня по носу, указав на важность идей де Бройля". (Из переписки Шрёдингера. В кн.: Шрёдингер Э. *Избранные труды по квантовой механике.* – М.: Наука, 1976. С. 331).
[1] Дирак П.А.М. *Профессор Эрвин Шрёдингер* // *Шрёдингер. Новые пути в физике.*М., 1971. С. 378–389.
[2] Шрёдингер Э. *Избранные труды по квантовой механике*. С. 21.

аналогию Гамильтона в построении волнового аспекта НКМ. Наряду с этим Шрёдингер, как показано выше, руководствовался идеями Бора — Зоммерфельда и де Бройля (орбитальной теории Бора — Зоммерфельда и релятивистской механики для движения электрона де Бройля)[1].

Вернемся снова к первому сообщению Шрёдингера 1926 г. Здесь уже на второй странице Шрёдингер приходит к волновому уравнению для стационарной задачи электрона, носящей его имя. По-видимому, это — результат его формального метаисследования — более высокой его ступени — формального метаумозрительного исследования[2]. Замещая в структуре волнового уравнения в частных производных Гамильтона — Якоби с граничными условиями, выражавших задачу о колебаниях струны:

$$H\left(q\frac{\partial S}{\partial t}\right)=E\ , \qquad (1.1)$$

взятое в качестве гештальта, ее элемент, связанный с S новой структурой, содержащий неизвестную функцию ψ, причем ψ представляет собой произведение переменных, зависящих только от x,y.z, Шрёдингер полагает: klnW, где постоянная k должна иметь размерность действия. Тогда он получает формальный метаконструкт следующего типа:

$$H\left(q,\frac{k}{\psi}\frac{\partial\psi}{\partial q}\right)=E\ . \qquad (1.2)$$

На основе такого метаконструкта далее Шрёдингер формулирует формальный метаумозрительный принцип (“аксиома”), содержание которого сводится к следующему: это уравнение может быть преобразовано так, что квадратичная форма от ψ и ее первых производных будет равна нулю. Он нашел условие квантования, отыскав такую функцию ψ, которая дает экстремальное значение интегралу от квадратичной формы функции.

Иначе “эта вариационная проблема и заменяет у нас квантовые условия”[3]. Таким образом, уже в самом начале своего первого сообщения Шрёдингер написал уравнение для стационарной задачи электрона, известное сейчас как уравнение Шрёдингера.

Во-втором сообщении Шрёдингер вводит пространство конфигураций с неевклидовым 3n — мерным мероопределением. Таким

[1] Дирак П.А.М. *Профессор Эрвин Шрёдингер // Шрёдингер. Новые пути в физике.* С. 387–388.
[2] Бранский В.П. *Философские основания синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С. 66–68.
[3] Шрёдингер Э. *Избранные труды.* С. 9. Подробно см.: Ассеев В.А. *Экстремальные принципы в естествознании.* С. 88–94.

образом, все геометрические утверждения рассматриваются в неевклидовом q — пространстве[1]. Это сразу придает НКМ Шрёдингера ненаглядный символический характер. Своеобразным гештальтом в этом случае для Шрёдингера послужила механика в конфигурационном пространстве для всех случаев движения механической системы, кроме движения по инерции, так как имеет неевклидов характер (имеет место искривление траекторий механических систем). Согласно оптико-механической аналогии в процессе замещения в данной структуре (“гештальте”) задания потенциальной энергии заданием показателя преломления некоторой оптической среды (“идеалом”) и подвергая полученную модель универсальной генерализации всем возможным траекториям световых лучей, Шрёдингер пришел к понятию неевклидовости метрики оптически неоднородной среды. Следовательно, уравнение Гамильтона — Якоби выполняет функцию уравнения, вводящего метрику, т.е. определяющего искривления фазовых гиперповерхностей или нормальных к ним траекторий изображающей системы в q — пространстве. Несомненно, наглядность последней благодаря этому становится весьма символической. Вот почему: во-первых, предельный вариант — вариант одной частицы в силовом поле — приводит к обычному трехмерному случаю с обычной трехмерной волной; во-вторых, q — пространство не позволяет в принципе отказаться от значений всех привычных физических величин и математических операций.

Исходя из макроскопического волнового уравнения, воспользовавшись уравнением Гамильтона-Якоби в качестве структурного гештальта путем процедуры замещения длины синусоидальной (простейшей) волны — “электрона-волны” и количества движения “электрона-частицы” соотношением, связывающим их в одном выражении в $\lambda=\frac{h}{p}$, можно придти к уравнению Шрёдингера в ином виде:

$$\nabla^2\psi+\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-V)\psi=0 \qquad (1.3)$$

Таким образом, уравнение Шрёдингера как теоретическая схема НКМ

[1] Как пишет один из создателей НКМ в матричном варианте М. Борн: “И это связано с тем, что шрёдингеровские волны движутся не в обычном, а в конфигурационном пространстве, число измерений в котором равно числу степеней свободы систем (3N для случая N частиц). Квантово-теоретическое описание системы содержит определенные утверждения об энергии, импульсе, угловом моменте системы, но оно не дает ответа… на вопрос о том, где данная частица находится в данный момент времени”. (Борн М. *Размышления и воспоминания физика.* С. 156).

и составило содержание математической гипотезы последней.

Значит в качестве одного из основополагающих принципов теоретической программы волновой механики Шрёдингером выбран принцип волны-частицы Л. де Бройля. Этому взгляду способствовало мировоззрение самого Шредингера, которое складывалось под влиянием идей Л. Больцмана. “Круг этих идей стал для меня, — признавался позже Шрёдингер, — как бы первой любовью в науке, ничто другое меня не захватывало, пожалуй, никогда уже не захватит”[1]. Об этом влиянии можно убедиться как в своих работах на примере, по кинетической теории газов, статической механике, динамике упруго связанной материальной точки и др. Шрёдингер решает вопрос выбора атомистического или континуального подхода. Нам кажется, что Шрёдингера вдохновляла в этом выборе установка Больцмана, что в предвидимом будущем из феноменологии (т.е. из континуального подхода) разовьется теория, также обладающая преимуществом атомистики[2]. “Едва ли нужно пояснять, — писал Шрёдингер, — насколько более привлекательным было бы представление о том, что при квантовом переходе энергия переходит из одной формы колебаний в другую, чем представление о перескакивающем электроне. Изменение формы колебаний может протекать непрерывно в пространстве и во времени, оно вполне может длиться столько времени, сколько занимает процесс излучения”[3]. Более того, занимаясь исследованиями в области физики непрерывных сред, он обладал филигранной техникой решения задач на собственные значения, т.е. выбор математического аппарата для новой механики был в основном предрешен.

Все таки, смеем надеяться, что Шрёдингер выбирая теоретическую программу нерелятивистской волновой механики, подсознательно следовал старому философскому принципу: “natura non facut saltus” (“природа не делает скачков”) в противовес боровскому: “природа делает скачки”[4].

[1] Цит. по книге: Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*. С. 251.
[2] Там же. С. 252.
[3] Там же. С. 256.
[4] Существует в литературе несколько другая точка зрения: на поле индивидуального сознания Шрёдингера произошла “мутация” от встречи западной и восточной культур. “Это та «разность потенциалов», которая дала инновационный всплеск в области квантовой механики”. (См.: Князева Е.Н. *Одиссея научного разума*. – М.: ИФ РАН, 1997. С. 198). Е. Н. Князева проводит аналогию между непрерывностью волновой функции и непрерывностью потока вселенских элементов — дхарм. При этом она аргументирует цитатой из переписки между Э. Шрёдингером и Б. Берриотти, в которой Шрёдингер указывает влияние на его мировоззрение Спинозы и А. Шопенгауэра, и, в особенности, сильное влияние Упанишад (“То единое, что лежит в основе всего, — это тьят, бестелесное начало, — пишет Князева, — вечно находящееся в движении и бессмертное, именно на него ссылается Шрёдингер в одном из своих писем”. (См.: Там же. С. 199). На наш взгляд, это очень сомнительно, но

Проблемы интерпретации волновой функции в НВМ Шрёдингера. Возвращаясь назад к уравнению Шрёдингера можно заметить, что со дня появления его на свет перед учеными встала проблема интерпретации “загадочной” волновой пси-функции. “Какое-то время Шрёдингер думал, — пишет Гейзенберг, — что дискретное стационарное состояние может быть наглядно представлено следующим образом. Мы имеем трехмерную стоячую волну — ее можно изобразить как произведение известной пространственной функции и периодической временной функции e^{iwt} , абсолютный квадрат этой волновой функции означает электрическую плотность. Частота этой стоячей волны сопоставима с термом в спектральном законе”[1]. Здесь обнаруживаем попытку эйдетической (наглядной) интерпретации со стороны Шредингера волновой функции и связать ее со спектральными данными.

Если проследить с самого начала историю интерпретации волновой функции, то Шрёдингер ψ-функции приписал электромагнитный смысл, характеризующий непрерывное распределение заряда в реальном пространстве. Развивая далее это представление, он определил $\psi\cdot\psi^*$ как “весовую функцию” распределения заряда, так что $\rho=e\cdot\psi\cdot\psi^*$ (где e — заряд электрона) являлась плотностью заряда электрона. В дальнейшей попытке синтеза волновых представлений с корпускулярными Шрёдингер приходит к модели волновых пакетов, образованных бесконечно большим числом волновых функций. Но вскоре стало ясно, что данное его представление ошибочно: волновые пакеты все-таки расплываются.

Тогда за дело интерпретации ψ-функции взялся М. Борн. Он считал, что шрёдингеровский формализм лучше объясняет столкновение свободной частицы с атомом (тем самым он сделал выбор в пользу НВМ Шрёдингера в данном вопросе). По мысли Борна, корпускулярная интерпретация формулы рассеянной волны возможна только в одном случае: следовало принять ψ-функцию за меру вероятности рассеивания электрона. Таким образом, Борн задался вопросом о том, какова вероятность определенного состояния после столкновения. Он стоял перед выбором: с одной стороны, описанная ранее “ундуляторная”[2] (Шрёдингер) интерпретация ψ-функции и, с другой стороны — его вероятностная. Правильному выбору вероятностной интерпретации Борну помогли следующие обстоятельства (т.е. селекторы): 1) эксперименты по атомным столкновениям; 2) попытка Борна связать волновую функцию с наличием

требует тщательной проверки (она выходит за рамки нашей работы).
[1] Гейзенберг В. *Развитие понятий в истории квантовой механики* //Гейзенберг В. *Шаги за горизонт.* – М.: Прогресс, 1978. С. 98.
[2] «Ундуляторной механикой», так пока еще Шрёдингер называл свою механику во втором сообщении, а термин «волновая механика» впервые употребил в введении третьего сообщения.

частиц и 3) представление Бора — Крамерса — Слэтера (БКС) (1924 г.) о виртуальном поле излучения. Решающим критерием выбора, безусловно, явились экспериментальные данные Дж. Франка[1], а остальные обстоятельства верно (эвристически) направляли ход мыслей Борна.

Несколько подробнее остановимся на знаменитой статье Бора, Крамерса и Слэтера "Квантовая теория излучения"[2], которая в некотором роде отражала кризис старой квантовой механики. Это лишний раз подтверждает нашу точку зрения о том, что возникновение парадоксов в структуре становящейся теории — это верный признак того, что наука стоит перед фундаментальным выбором дальнейшего пути развития. Сейчас речь пойдет о фундаментальных парадоксах БКС: а) отказ от закона сохранения энергии и импульса, иначе говоря, он статистически достоверен[3] (статистическое выполнение закона сохранения энергии, т.е. часть энергии, связанная с полем, изменяется непрерывно, а другая часть, связанная с атомом, — дискретно) и б) отказ от строгой причинности. Вместе с тем статья содержала фундаментальную идею — идею объективности вероятности, восходящую к Эйнштейну[4]. Последняя указывала правильный путь выхода из кризиса. "Наиболее важным было введение вероятности, — пишет Гейзенберг, — в качестве нового вида "объективной" физической реальности. Это понятие вероятности тесно связано с понятием возможности ("потенции") в натурфилософии античных философов, как Аристотель; оно является в известном смысле превращением старого понятия "потенции" из качественного понятия в количественное"[5]. Следовательно, гипотеза БКС, ввела представления о виртуальных излучениях, которые были положены Борном в основу

[1] М. Борн объяснил свое несогласие с интерпретацией Шрёдингера в следующих словах: "В этом вопросе я не мог поддержать его. А связано это было с тем, что кафедры Джеймса Франка и моя были расположены в одном здании Геттингенского университета. Каждый эксперимент Франка и его сотрудников по электронным соударениям (упругим и неупругим) был для меня новым доказательством корпускулярной природы электрона". (См.: Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*.).

[2] Бор Н. *Избр.научн.труды*. Т. I. С. 529. Также см.: Bartlett A. A. *Compton effect: Historical background.* Am. J. Phys. 1964, № 32. P. 120–127.

[3] Эйнштейн первым пришел к идее решения проблемы излучения без привлечения световых квантов, но при этом нужно отказаться от закона сохранения энергии, и первым же отверг ее. "Дьявол сыграл со мной отвратительную шутку", — так подытожил свою попытку Эйнштейн. В 1916 г. Нернст обратился к этой идее, т.е. статистическому характеру выполнения закона сохранения энергии, а в 1922 г. — Зоммерфельд. Все это свидетельствует, что старая квантовая теория переживала определенный кризис и ей предстояло сделать выбор в пользу квантовой структуры излучения в ущерб отказу от строгого выполнения закона сохранения энергии (Эйнштейн, 1911, Солвеевский конгресс).

[4] Имеются в виду работы А.Эйнштейна по квантовой теории излучения 1916–1917 гг.

[5] Гейзенберг В. *Развитие интерпретации квантовой теории* // *Нильс Бор и развитие физики.* – М., 1958. С. 24.

вероятностной интерпретации волновой функции. Но в то же время, вскоре Боте и Гейгер сумели опровергнуть гипотезу БКС экспериментально: рассеянные кванты и претерпевшие отдачу электроны в эффекте Комптона всегда наблюдаются совместно. Этот результат невозможен согласно БКС[1].

Мы склонны согласиться с Пайсом, что статья БКС представляет собой не конкретное исследование, а исследовательскую программу[2].

Заметим, возвращаясь к проблеме вероятностной интерпретации, что попытки Борна связать волновую функцию с наличием частиц корректировалось представлением Эйнштейна о соотношении между электромагнитным волновым полем и световыми квантами. Для Эйнштейна интенсивность световых волн является мерой плотности световых квантов, т.е. квадраты световых амплитуд (интенсивности) задают вероятность присутствия световых квантов (их плотность). Рассуждая аналогично, Борн приходит к мысли, что "почти само собой разумеется, что $|\psi|^2$ является плотностью вероятности частиц"[3]. Налицо здесь наблюдается процедура замещения световых квантов частицами, а интенсивность световых волн — квадратом пси-функции, т.е. переключение гештальта. Что касается третьего обстоятельства, то виртуальное поле БКС послужило Борну эвристической подсказкой в интерпретации волн в многомерном конфигурационном пространстве, как и "волн вероятности"[4]. В выборе такой интерпретации Борном, возможно, сыграла селективную роль идея potentia философии Аристотеля. Указывая на эту идею Аристотеля, может быть, мы сильно преувеличиваем ее роль, но об этом весьма прозрачно намекает Гейзенберг. "Относительно последующего течения атомарного процесса, — пишет он, — мы можем, как правило, предсказывать лишь вероятности. Не сами объективные события, но вероятности наступления известных событий могут быть установлены математическими формулами. Уже не сами фактические

[1] Франкфурт У.И., Френк А. М. *У истоков квантовой теории*. – М.: Наука, 1975. С. 138.

[2] Пайс А. Указ. кн. С. 400. Вот почему: то, что в статье отсутствует математический аппарат, как аргументирует Пайс, это "полдела"; главное в ней то, что приводится линия отказа от двух фундаментальных селекторов выбора теоретических принципов любой физической теории — методологического принципа сохранения энергии и философского принципа причинности — это совсем другое дело. Значит, статья БКС — это мучительный выбор программы ("точка бифуркации") дальнейшего пути развития квантовой теории, так как "принципиальный отказ от причинности допустим только в чрезвычайных обстоятельствах" (Эйнштейн). По-видимому, в 1924 г. наступило время, когда должен был пасть "последний бастион "старой" квантовой теории" (Гейзенберг), т.е. должна была быть опубликована статья БКС в качестве "лакмусовой бумаги" выбора стратегии развития физической науки.

[3] Там же. С.441.

[4] Намек на это обстоятельство обнаруживаем у В. Гейзенберга. См.: Гейзенберг В. *Открытие Планка и основные философские проблемы атомной теории* // УФН, 1958. Т. 66. С. 163–175.

явления, но возможности явлений — “Potentia”, если пользоваться понятием философии Аристотеля, подчинены строгим законам природы”[1]. Вполне вероятно, что Гейзенберг (большой любитель античной мысли) проводит здесь лишь аналогию.

Еще об одной любопытной интерпретации: исходя из уравнения Шрёдингера, зависящего от времени, можно получить гидродинамическое уравнение, что каждая собственная функция, может интерпретироваться как тип стационарного течения (Маделунг Е., 1926 г.)[2]. Подобная гидродинамическая интерпретация не может объяснить явления, связанные с процессами поглощения в силу своей ограниченности (“классичности”).

Более или менее конкурентоспособную интерпретацию, по отношению к рассмотренной выше, чем гидродинамическая модель Маделунга, выдвинул Л. де Бройль (1926 г.). Она сочетала вероятностный подход Борна с идеей Эйнштейна (1909 г.), рассматривающий квант света как сингулярности волнового поля. Развивая данное представление, Л. де Бройль в 1927 г. пришел к “теории двойного решения”: одно решение линейных уравнений волновой механики дает непрерывную функцию ψ со статистическим смыслом, а другое — «сингулярное решение», особые точки которого представляют рассматриваемые физические частицы[3]. “При этом частицы будут четко локализованы в пространстве, как в классической картине, — пишет Л. де Бройль, — но они будут включены также в протяженное волновое явление”[4]. Данное дебройлевское представление о частицах как сингулярных точках волны, нам кажется, является «пробным понятием» на подступах к его модели «волны-пилота». Оставалось заменить статистические закономерности, описываемые уравнением Шрёдингера для непрерывной волны ψ[5], нестатистическими закономерностями, описываемыми «сингулярным решением». При этом де Бройль считал, что вероятность пребывания сингулярности — частицы в точке равна квадрату амплитуды ψ в этой

[1] Там же. С. 168.
[2] Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*. С. 284.
[3] Там же. С. 285.
[4] Цитируем Л. де Бройля по: Джеммер М. Указ. работа. С. 285.
[5] Обе функции ψ, u (u-функция описывает дискретную частицу) имеют одну и ту же фазу, но амплитуды их различны, амплитуда ψ непрерывна, а амплитуда u имеет сингулярность. Согласно де Бройлю скорость сингулярности в каждой точке траектории равна градиенту фазы. Отсюда можно определить зависимость движения частицы — сингулярности от непрерывного волнообразного движения. При этом он ввел представление о «квантовом потенциале» силового поля, характеризующем реакцию волны. Таким образом, функция u описывает реальный волновой процесс, определяющий движение сингулярности — частицы (самодвижение частицы), но, напротив, ψ-функцию де Бройль считал лишенной физического смысла (псевдофункцией). Поэтому он пошел на замену ψ-функции на u-функцию.

точке. Вместе с тем, очень важно, понятию вероятности де Бройль придавал субъективный смысл (как результат незнания, восходящий к философии Демокрита, Спинозы и др.). Вывод де Бройля: раз движение частицы определяется градиентом фазы ψ, значит можно представить, как будто волна ψ “ведет частицу”. В этом состоял основной смысл “теории волны — пилота” де Бройля.

Нерелятивистская матричная механика Гейзенберга-Борна-Йордана. В этой связи небесполезно напомнить в сжатом виде узловые моменты формирования матричной механики Гейзенберга-Борна-Йордана. “Вся матричная механика была вызвана к жизни стремлением постигнуть тайнопись атомных спектров”[1].

Основополагающая работа Гейзенберга по матричной механике начинается установкой, направленной против ненаблюдаемых величин. “Настоящая статья имеет целью установление базиса теоретической квантовой механики, основанного исключительно на соотношениях между величинами, которые являются принципиально наблюдаемыми”[2]. Как мы ранее показали, в полуклассической теории Н. Бора присутствуют ненаблюдаемые классические орбиты, в частности, положение и период обращения электрона в атоме. Итак, по Гейзенбергу, в физическую теорию должны входить лишь принципиально наблюдаемые величины[3]. Требование принципиальной наблюдаемости у Гейзенберга в некотором смысле приобретает позитивистский характер: физическая реальность существует, поскольку она наблюдаема[4].

[1] Румер Ю.Б. *Возникновение матричной механики* // *50 лет квантовой механики*. – М.: Наука, 1979. С. 13.
[2] Heisenberg W. *Über quantentheoretische Undeutung und mechanischer Beziehungen* // “Zeitschrift fiir Physik”, 1925. Bd. 33. S. 879.
[3] В 1926 г. в разговоре В. Гейзенберг признался Эйнштейну, что «идея наблюдаемых величин на самом деле взята из теории относительности». Общеизвестна ответная реакция А. Эйнштейна на принцип радикальной наблюдаемости Гейзенберга: “…Лишь теория решает, что именно можно наблюдать…” (Гейзенберг В. *Квантовая механика и беседа с Эйнштейном* // Природа, 1972. № 5. С. 87). Эта реакция отнюдь не свидетельствует о том, что существование объекта зависит от теории, на самом деле от теории зависит наше знание о существовании. В другом месте Гейзенберг пишет: “В этой ситуации мне вспомнилась мысль, вычитанная мною у Эйнштейна, а именно требование, чтобы физическая теория содержала лишь величины, которые поддаются наблюдению”. Смысл требования был в том, чтобы обеспечить связь математических формул с явлениями.
[4] На влияние позитивистской философии на мировоззрение Гейзенберга указывает М. Джеммер: “Если возникшее у Гейзенберга само представление о возможности отбросить описание атомных систем на языке классической физики можно таким образом проследить через Бора — до одной из тех философских школ, о которых мы говорили ранее, то его выбор характера новых концепций, которыми он заменял классические, восходит … позитивизму, или логическому эмпиризму, начала двадцатых годов”. (Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики.* С. 197). Исходя отсюда, легче всего обвинить Гейзенберга в позитивизме (это весьма спорно). Нам думается, все ж таки он как физик понимал существование реальности в смысле ее “принципиальной проявляемости”: общее, отражающееся в теоретическом конструкте, будучи ненаблюдаемым (и не наглядным) может быть

Значит проблема существования физической реальности[1] зависит от правильной интерпретации принципа наблюдаемости. Чтобы отделить рациональное содержание от позитивистской трактовки последнего, должны будем ввести понятие принципиально наблюдаемого объекта. Таким "принципиально наблюдаемым является только такой объект, который может наблюдаться (актуально или потенциально, прямо или косвенно) n ≥ 2 независимыми способами"[2]. Отсюда рациональным содержанием или правильной интерпретацией принципа наблюдаемости является следующее утверждение: "объективным существованием обладают только принципиально наблюдаемые объекты"[3]. Возвращаясь к старой квантовой механике, можно отметить, что в ходе умозрительного исследования атомных явлений вначале Резерфорд, позже Бор создали функциональную модель, искренне веря, что создают иконическую (изобразительную) модель. Отличие между ними существенное: функциональные модели и конструкты не имеют объективного аналога (т.е. онтологический статус), но играют эвристическую роль при построении теории (эфир, боровские электронные орбиты), а иконические (или изобразительные) — имеют объективный аналог, т.е. онтологический статус и играют эвристическую роль (например, представление об атоме или поле)[4].

Задача Гейзенберга состояла в том, чтобы перейти от принципиально ненаблюдаемых координат движущегося электрона, т.е. от электронных орбит к принципиально наблюдаемым частотам и интенсивностям спектральных линий. Поэтому Гейзенберг предлагает вместо коэффициентов Фурье в разложении классического колебания электрона ввести величины, соответствующие двум стационарным состояниям атома. Стало быть, использовались Гейзенбергом в качестве структурного гештальта схемы рядов Фурье. "Гейзенберг вначале поставил задачу, — пишет М. Борн, — отыскания такого теоретического формализма, который отвергал бы использование величин, принципиально

проявляемым; а это означает, что с его помощью можно, во-первых, объяснить некоторую совокупность известных единичных объектов, во-вторых, предсказать некоторую совокупность ранее неизвестных объектов, каждый из которых принципиально наблюдаем. (См. подр.: Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С. 80–81).

[1] См. подробно: Мостепаненко А.М. *Проблемы существования в физике и космологии.* – Л., 1987.

[2] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С. 76. Независимость наблюдения означает: 1) наблюдение осуществляется разными наблюдателями; 2) с помощью качественно различных приборов; 3) в разных условиях; 4) измерены n ≥ 2 независимыми способами и т.д.

[3] Там же. С. 76–77.

[4] Еще существуют спекулятивные модели и конструкты, не имеющие объективного смысла и не играющие эвристическую роль в построении теории.

неизмеримых экспериментальными средствами"[1]. Отсюда практическая ценность принципа наблюдаемости для построения НКМ в его матричном варианте состояла в том, что с его помощью из множества возможных вариантов старых теоретических представлений и моделей нужно было выбрать такую, которая связана с представлением о принципиально наблюдаемом объекте, т.е., в данном случае, отказ Гейзенберга от принципиально ненаблюдаемой боровской орбиты[2]. Таким образом, в упомянутой выше статье Гейзенберг заменяет непрерывные положения электронов дискретными, квантовыми величинами. Тем самым он рассматривает колебания координат электрона, которые можно разложить в ряд гармонических колебаний, согласно теореме Фурье.

Руководствуясь своей задачей построения механики оптических частот Гейзенберг пришел к формальному метаконструкту следующего вида:

$$\left\{a_{nm}e^{iW_{nm}t}\right\} \qquad (1.4)$$

путем замещения коэффициентов Фурье в разложении классического колебания электрона "оптическими частотами" — частотами и интенсивностями спектральных линий атомов. Согласно комбинационному принципу Ритца оптические частоты содержали не один, а два индекса,. и спектроскописты обычно располагали результаты своих измерений в виде квадратной таблицы[3].

В свою очередь, формальный метаконструкт (1.4) является математической схемой рассматриваемой квантовой системы (атома). "Схема элементов Гейзенберга в некоторой области изменения дифференцируема". Последнее выражение является аксиомой (или "метаумозрительным принципом"). Из этого принципа чисто дедуктивным путем получается коммутационное соотношение в матричной форме[4].

Второй эвристической мыслью наряду с идеей наблюдаемых величин, характерной для подхода Гейзенберга, был способ использования принципа соответствия[5] Бора. Согласно принципу соответствия Бора Гейзенберг "угадал" соответствие между квантово-теоретической частотой и классической частотой в фурье — разложений, поскольку

[1] Кеммер Н., Шлапп Р., Макс Борн // Борн М. *Размышления и воспоминания физика.* С. 256.

[2] Селективная функция принципа наблюдаемости, как мы показали ранее, с успехом использована при построении СТО (отказ от принципиально ненаблюдаемого лоренцевского эфира) и ОТО (отказ от принципиально ненаблюдаемого ньютоновских "абсолютных" пространства и времени).

[3] В то время Гейзенберг не знал матричное исчисление.

[4] В первой работе Гейзенберга оно отсутствует.

[5] О принципе соответствия подробно см.:*Принцип соответствия. Историко-методологический анализ.* – М.: Наука, 1979.

существует соответствие между квантово-теоретической величиной амплитуды и фурье — амплитудой. Здесь мы не будем приводить математические выкладки, проделанные Гейзенбергом в соответствии с этим принципом, но заметим, что "Гейзенберг, надеялся, что такое "растворение" принципа соответствия в основах теории откроет математически строгий путь для решения квантово-теоретических задач без потери эффективности принципа"[1].

Таким образом, Гейзенберг, испытывая влияние и Зоммерфельда, и Бора, "угадал", т.е. выбрал в согласии с принципом соответствия математическую схему новой механики. Это подтверждают слова Н. Бора: "Весь аппарат квантовой механики можно рассматривать как точную формулировку тенденций, заложенных в принципе соответствия"[2].

Следовательно, математическая схема Гейзенберга, по его словам, создавалась в "надежде просто угадать, в конце концов, правильные квантово-теоретические формулы для интенсивностей" спектральных линий водорода. При этом в качестве модели Гейзенберг рассмотрел ангармоничный осциллятор, допускавший более простое математическое описание.

Замещая элементы p и q математической схемы Гейзенберга (его квадратные таблицы) бесконечными матрицами (аппарат исчисления матриц), элементы которых p_{nm} и q_{nm} соответствуют переходам осциллятора из состояния с энергией E_m в состояние с энергией E_n , М. Борн и П. Йордан пришли к формальному изложению НКМ в виде алгебры матриц. Как следствие некоммутативной алгебры, выполняется квантовое условие перестановок Борна qp-pq=iℏ, которое заменяет правило квантования $\oint p_i dq_i$ в теории Бора.

Об этом драматическом моменте познания вспоминает сам М. Борн в следующих словах: "Летом 1925 г. Гейзенберг дал мне рукопись своей фундаментальной работы, в которой он развил исчисление амплитуд перехода… Несколько недель спустя я заметил, что гейзенберговский способ исчисления совпадал с матричным исчислением, который я изучил у Розанеса в Бреслау, и что его квантовое условие тождественно диагональному элементу соотношения pq-qp = h/2πi, я предложил, что это уравнение справедливо и для других элементов, и это было тотчас же выведено Йорданом, исходя из канонических уравнений движения"[3].

В этой связи можно привести свидетельство самого М. Борна, уточняющего свой вклад в создании матричной формы квантовой

[1] Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*. С. 199.
[2] Бор Н. *Атомная теория и механика* // *Избранные научные труды*. Т. 2. С. 7–24.
[3] Борн М. *Размышления и воспоминания физика*. С. 225.

механики: "Лично мой вклад заключался, насколько я помню, главным образом в толковании матриц как операторов в векторном пространстве с эрмитовской метрикой, которое теперь называют гильбертовым пространством, и в теории возмущений, которая была впоследствии развита Шрёдингером на языке волновой механики и обычно называется его именем"[1].

Упомянутое Борном перестановочное соотношение, носящее его имя, составляет содержание математической гипотезы матричной формы НКМ[2].

"До 1925 г. матрицы редко использовались физиками. Достойными внимания исключениями были нелинейная электродинамика Ми и работа Борна по теории кристаллических решеток. Но даже и в этих исключительных случаях матрицы не употреблялись в алгебраичных операциях, в частности, не было и речи об умножении матриц. В общем целом считалось, что матрицы относятся исключительно к сфере чистой математики"[3]. Алгебра матриц, как возможная математическая схема будущей НКМ, потенциально находилась среди множества математических структур, в новых разделах математики, "ожидая" своего применения. Так как множество возможных математических структур, из которых выбирается фундаментальный теоретический закон, ограничивается с помощью программных принципов, но последние не гарантируют однозначного выбора искомого закона, то подключаются в селективный процесс методологические правила соответствия и конструктивной простоты (согласно последнему, из подмножества структур, удовлетворяющих правилу соответствия, надо выбрать простейшую)[4].

"При ретроспективном взгляде представляется почти сверхъестественным, — продолжает М. Джеммер, — насколько вовремя подготовила математика свои будущие услуги квантовой механике"[5].

После того, как завершили в общих чертах рассмотрение путей

[1] Там же. С. 225.
[2] В то же время П. Дирак независимо от Борна пришел к перестановочному соотношению с помощью коммутатора любых двух переменных $\hat{x}\hat{y} - \hat{y}\hat{x}$, для которого гештальтом послужили скобки Пуассона (умноженные на $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mV}$) классической физики.
[3] Джеммер М. Указанная работа. С. 205.
[4] Бранский В.П. Указанная работа. С. 57.
[5] Джеммер М. Указанная работа. С. 295. В некотором смысле опережающее естествознание развитие математики, объясняется взаимным стимулированием механики и математики (Н.Бор), т.е. их взаимной синергетической корреляцией. Отсюда вытекает «сверхъестественность» математики по отношению к физике и ее "непостижимая эффективность" (Е. Вигнер).

построения волнового и матричного вариантов НКМ, логично сравнить их между собой. В истории физического познания стоит поискать две «эквивалентные в эмпирическом (одинаково хорошо объясняют эмпирические данные), так и в семантическом плане (несут одно и то же содержание)» и различающиеся радикально в лингвистическом аспекте (по математическому языку) теории, как волновая механика де Бройля-Шрёдингера и матричная механика Гейзенберга-Борна-Йордана[1].

Как мы показали, обе они "выросли как два ствола" из единого "древа" классической физики. Волновая механика Шрёдингера опиралась на математический аппарат дифференциальных уравнений аналитической механики (ближе к классической механике сплошных сред) и в основном оперировала понятием *волны,* постулирующей *непрерывность*, т.е. классическое наглядное континуальное мировоззрение. Напротив, матричная теория Гейзенберга-Борна-Йордана, исповедуя неклассическое "дискретное мировоззрение" Планка-Бора, выбрала алгебраическое исчисление матриц с некоммутирующими величинами, что привело к полному изгнанию наглядности из теории, и в основном оперировала понятием *частицы*. Здесь, в некотором роде, замечаем фундаментальное расхождение между этими теориями, чреватое *выбором.* Физическое сообщество в общем и целом склонялось в выборе теории в пользу волнового варианта НКМ[2] в силу его простоты, удобства, даже "элегантности". Но этот окончательный выбор не состоялся, т.е. состоялся только в пользу новой обобщенной НКМ из двух сросшихся, матричного и волнового, стволов древа познания микромира на базе обнаруженной их «формальной, математической тождественности» (Э. Шрёдингер, 1925 г.) и на языке теории линейных самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве.

Дальнейшее обобщение нерелятивистской квантовой механики. Так с помощью процедур гештальт-переключений на стадии формального метаумозрительного исследования была заново сформулирована НКМ на математическом языке теории линейных самосопряженных операторов: каждой матрице (т.е. квантовым переменным) Борна и Йордана или квантовой величине q "алгебры q-чисел" Дирака сопоставляются линейные самосопряженные операторы, собственные значения которых дают возможные значения этих переменных[3]. Этот математический аппарат позволил объединить в единой схеме волновую механику

[1] Мамчур Е.А. *Выбор теории.* С. 46.

[2] Бор в своих воспоминаниях пишет: "Волновая механика завоевала намного большую популярность, чем геттингенский и кембриджский варианты квантовой механики". (См.: Борн М. *Физика в жизни моего поколения.*– М.: Иностранная литература, 1963. С. 307–308).

[3] Здесь не воспроизводится методологический анализ процесса выбора математического аппарата теории линейных самосопряженных операторов, чтобы избежать «перегрузки» данного текста.

Шрёдингера и матричную механику Гейзенберга-Борна-Йордана.

НКМ, облаченная в новый "математический наряд" (Эйнштейн) теории линейных самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве, "дала жизнь" новым фундаментальным физическим понятиям: "квантовому состоянию» и другим.

Стало быть, с утверждением в качестве математического аппарата обобщенной НКМ теории преобразований в гильбертовом пространстве (усилиями Дирака-Йордана, Лондона, Борна-Винера, Гильберта-Нейман-Нордгейма и др.) формальное метаумозрительное исследование было завершено во всех его существенных моментах. Но создание исчерпывающего математического формализма теории — это еще не значит создание самой теории, иначе говоря, не будем отождествлять физическую теорию с ее математическим аппаратом. Такое отождествление ведет к сходной с утверждением Г. Герца: "Теория Максвелла — это уравнения Максвелла" — ситуации. Здесь небесполезно вспомнить Эйнштейна: "При анализе физической теории необходимо учитывать различие между объективной реальностью, которая не зависит ни от какой теории, и теми физическими понятиями, которыми оперирует теория"[1]. Мы бы добавили, что тем более не зависит от математических абстракций, формальных конструктов, которые более удалены от реальности, чем физические понятия. Как мы показали, кроме борновской вероятностной интерпретации волновой функции (которая "включается" в дебройлевскую) ничего более заслуживающей всеобщего внимания физиков интерпретации не было предложено в качестве эффективного истолкования математического формализма до теории преобразований в гильбертовом пространстве.

Копенгагенская интерпретация квантовой механики. Теперь стояла задача как интерпретировать этот новый формализм, т.е. придать его формальным конструктам физический смысл. Первый принципиальный шаг в этом направлении сделал В. Гейзенберг, выдвинув свой знаменитый принцип неопределенности в статье "О наглядном содержании квантово-теоретической кинематики и механики"[2]. На основе теории преобразований Дирака-Йордана доказывается, что основой статистического характера соотношений квантовой механики служит характерная неточность[3] определения классических переменных при их

[1] Эйнштейн А., Подольский В., Розен Н. *Можно ли считать, что квантово-механическое описание физической реальности является полным?* // Эйнштейн А. СНТ. Т. 3.

[2] Гейзенберг В. *О наглядном содержании квантово-теоретической кинематики и механики* // УФН, 1977. Т. 122. С. 651–671. Методологический анализ данного принципа можно встретить в работах Готта В.С., Урсула А.Д., Осипова В.Е., Бранского В.П., Гутнера Л.М., Кузнецова Б.Г., Пахомова Б.Я. и др.

[3] Первоначальное название принципа неопределенности — принцип неточности.

одновременном измерении: $\Delta p \cdot \Delta q \geq \frac{h}{2\pi}$. "Чем точнее определено положение, — пишет В. Гейзенберг, — тем менее точно известен импульс, и наоборот»[1]. В этом Гейзенберг усмотрел «наглядное содержание" (по названию статьи) основного перестановочного соотношения: pq-qp = h/2πi. Значит величины, которые в классической физике в измерительных процедурах получали точное значение, в границах применимости квантовой теории приобретают существенную (атрибутивную) неопределенность. Это связано с принципом квантования (Гейзенберг, 1925 г.), гласящим, что точные значения любой динамической переменной, характеризующей "поведение" квантового объекта, совпадают с собственными значениями соответствующей наблюдаемой, а среднее значение этой переменной совпадает со средним значением этой наблюдаемой[2]. Иначе говоря, связь между этими переменными вытекает из теоремы Шрёдингера, согласно которой соотношение между дисперсиями (т.е. неопределенностями) как коммутирующих, так и не коммутирующих двух динамических переменных выражается формулой: $\Delta L \Delta M \geq \frac{1}{2}\left|\overline{L}\,\overline{M} - \overline{ML}\right|$.

Подстановка в это общее соотношение неопределенностей соответствующих операторов приводит к гейзенберговскому $\Delta p \cdot \Delta q \geq \frac{h}{2\pi}$[3].

Возвращаясь к статье Гейзенберга, можно заметить, что основной философский вопрос, поднятый им, заключается в следующем: какова истинная природа неопределенности? Атрибутивная[4], т.е онтологическая или зависит от точности измерения (операционалистский подход), т.е. гносеологическая? Были попытки одностороннего истолкования соотношения неопределенностей Гейзенберга "как чисто гносеологический эффект, обусловленный специфическими погрешностями квантово-механических измерений и, следовательно, не имеющий глубоких объективных оснований (соотношения: $\Delta p \cdot \Delta q \geq h$; $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$ трактуются как соотношения неточностей) не состоятельны"[1]. Имеются в виду трактовки Маргенау, Сюссмена, отчасти Гейзенберга и др., которые подвергнуты критике Н. Бором, В. А. Фоком[2] и др. с позиций неустранимого (атрибутивного) характера неопределенности квантовых процессов.

Не будет ошибкой, если мы остановимся на некоторых эвристических предпосылках мировоззренческо-методологического характера (кроме рассмотренного выше математического), приведшего Гейзенберга к принципу неопределенности. Их (предпосылок) несколько: 1) под влиянием работ (и дискуссий) Шрёдингера, Гейзенберг пришел к заключению, что в новую квантовую механику все же нужно вложить определенное наглядное содержание (некоторый отказ от радикальной ненаглядности); 2) он считал, что классические понятия типа "положение", или "скорость», или "траектория" нельзя использовать в квантовой физике. Так же, как Эйнштейн при построении теории относительности, анализируя преобразования Лоренца, исходил из операции измерения, так и при интерпретации квантовой механики нужно провести анализ основных понятий механики применительно к квантовым объектам, исходя из рассмотрения операции измерения (принцип наблюдаемости); 3) Гейзенберг следовал методологическому правилу Эйнштейна: природа устроена таким образом, что допускает использование именно этого математического аппарата ("похоже на то, что природу можно описать только квантово-механически"[3] и 4) эйдетическую интерпретацию этого соотношения Гейзенберг осуществлял с помощью мысленных экспериментов (к примеру, с "γ — микроскопом"[4]) по определению положения электрона[5].

Вообще говоря, на наш взгляд, принцип неопределенности мог быть открыт до Гейзенберга Дираком и Йорданом в их теории преобразований. Об этом свидетельствуют высказывания Дирака и Йордана. "В квантовой теории нельзя ответить ни на один вопрос относительно числовых значений и q, и p одновременно"[6]. Похожий вывод сделал Йордан: "При

[1] Гейзенберг В. Указанная статья. С. 653.
[2] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов*. С.6–7.
[3] Гутнер Л.М. *Философские аспекты измерения в современной физике*. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. С. 77–78.
[4] Атрибутивная природа неопределенности подробно обсуждена в книге: Готт В.С., Урсул А.Д. *Определенность и неопределенность как категории научного познания*. – М., 1971. Поэтому не будем останавливаться на ней.

[1] Готт В.С., Урсул А.Д. Там же. С. 75.
[2] Согласно В.А. Фоку о принципе неопределенностей Гейзенберга можно говорить как о законе природы. (См.: Фок В. А. *Принцип относительности к средствам наблюдения в современной физике* // Вестник АН СССР, 1971. № 4. С. 10).
[3] Цитируем по книге: Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*. С. 314.
[4] Эта идея с "γ-микроскопом" занимала его, как однажды признался одному из своих учеников, еще с 1924 г., задолго до создания матричной механики и обсуждал ее с Б. Друде. (См.: Джеммер М. Указанная книга. С. 318).
[5] Они (мысленные эксперименты) сыграли в НКМ такую же методологическую роль, как и эйнштейновское операциональное определение одновременности в СТО.
[6] Dirac P.A.M. *The physical interpretation of the quantum dynamic*. // Proceeding of the Royal Society of London (A), 1926. V. 113. P. 621–641, P. 623. Получено 2 декабря 1926 года.

данном значении q все значения p равновозможны"[1]. Следовательно, и Дирак, и Йордан хорошо понимали, что невозможно задать точные значения q и p одновременно. Таким образом, можно полагать, что они, не заметив этот принцип, прошли рядом. Сложилась отдаленно похожая картина, напоминающая процесс формирования СТО: Лоренц, Пуанкаре и Эйнштейн одновременно пришли к основным его идеям. Но, как мы знаем, в силу различия их мировоззрений они пришли к разным интерпретациям. В этой связи можно утверждать, что Гейзенберг же, в отличие от Дирака и Йордана, заметил (и количественно исследовал) принцип неопределенностей в силу философского склада своего ума. Он постоянно размышлял над философскими проблемами квантовой механики[2]. Отталкиваясь от траектории движения электрона в камере Вильсона, он задавался простым, как он пишет, вопросом: "Если бы мы захотели знать как скорость, так и положение волнового пакета, то какой максимальной точности мы могли бы достичь, исходя из того принципа, что в природе встречаются ситуации, поддающиеся представлению в математической схеме квантовой механики?"[3]. Это и есть указанное нами выше методологическое правило Эйнштейна, которое помогло выбрать ("заметить") Гейзенбергу его принцип. "Итак, мы наконец узнали, как описать феномен, подобный движению электрона, однако заплатили за это очень дорогой ценой, а именно: наше истолкование означало, - продолжает Гейзенберг, - что волновой пакет, представляющий электрон, изменяется в каждой точке наблюдения, т.е. около каждой капельки воды в камере Вильсона"[4]. Отсюда можно сделать вывод: все классические понятия ("положение", "координаты" и др.) могут быть определены для квантовых процессов при условии допущения объективной неопределенности, заданной соотношением Гейзенберга, т.е. именно оно делает допустимым использование классических понятий.

Проблема интерпретации квантовой механики, ее нового "математического наряда" настоятельно потребовала определения границ и возможностей применения в ней онтологических и эпистемологических представлений классической науки. Первым это заметили представители так называемой "копенгагенской школы" во главе с Н.Бором. Подтверждением этого обстоятельства служат не только найденное В. Гейзенбергом соотношение неопределенностей (рассмотренные нами

[1] Jordan P. *Uber eine Begrundung der Quantenmechani*. // Zeitschrift fuer Physik, 1927. Bd 40. S. 809–838; получено 18 декабря 1926 года. С. 814.

[2] Об этом свидетельствуют его книги: "Физика и философия", "Шаги за горизонт" и др.

[3] Гейзенберг В. *Развитие понятий в истории квантовой механики* // Гейзенберг В. *Шаги за горизонт.* С.100.

[4] Там же. С. 100.

выше), но и выдвинутый Бором принцип дополнительности[1] (1928 г.). Он гласит: "При описании "поведения" квантового объекта на языке классических понятий классическое пространственно-временное описание (локализация в классическом пространстве-времени) и классическое причинное описание (классические законы сохранения) взаимоисключают («дополняют») друг друга"[2]. Тот факт, что принцип неопределенности Гейзенберга подвергнут нами анализу раньше принципа дополнительности Бора —не значит, что вслед за М.Э. Омельяновским разделяем его точку зрения о том, что второй принцип логически и исторически вытекает из первого[3]; а также не считаем, что они тождественны или синонимичны (В.А. Фок[4]). Говоря о соотношении этих двух принципов, мы склонны разделить точку зрения самого Гейзенберга: "Мы, не без содействия Оскара Клейна, признали, что в основе наши точки зрения не расходятся и что соотношение неопределенностей представляет собой лишь частный случай общего принципа дополнительности"[5]. Более того, эти соотношения (рассмотренные совместно), на наш взгляд, являются математическим выражением последнего:

$$\Delta P_i \cdot \Delta x_i \geq \quad ,$$

$$\Delta M_i \cdot \Delta \varphi_i \geq \quad ,$$

$$\Delta E_1 \cdot \Delta t \geq \quad ,$$

[1] Бор Н. *Квантовый постулат и новейшее развитие атомной теории* // *Избранные научные труды*. – М.: Наука, 1971. Т. 2. С. 30–53. О принципе дополнительности много писали как зарубежные авторы: В. Гейзенберг, Л. Розенфельд, Дж. Уилер, М. Бунге, М. Джеммер, А. Ланде, А. Эйнштейн, П. Йордан, Дж. Джинс, К. Вайцзеккер, Д. Бом, О. Клейн, Т. Бастин, А. Поликаров, И. Фон Нейман, М. Борн, Г. Рейхенбах, П. Детуш-Феврие и др., так и отечественные — И.С. Алексеев, В.П. Бранский, Б.Г. Кузнецов, М.Э. Омельяновский, М.А. Марков, А.Р. Познер, В.П. Хютт, В.А. Фок, Б.Н. Пятницын, В.С. Меськов, Б.Я. Пахомов и др.

[2] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов*. С.9. В этой формулировке принципа дополнительности В.П.Бранским значительно уточнены "расплывчатость" (П. Фейерабенд), "светотени" (Л. де Бройль) первоначальных и последующих формулировок данного принципа самим Бором, вызвавших многочисленные толкования и дискуссии (например, с Эйнштейном) по поводу копенгагенской интерпретации квантовой механики. (См.: Бор Н. Указанная статья. Также: Бор Н. *Атомная физика и человеческое познание*.– М.: Изд-во ИЛ, 1961. С. 51–94, С. 101–102, С. 144–145).

[3] Омельяновский М. Э. *Философские вопросы квантовой механики*. – М., 1956. С. 35.

[4] Фок В. А. *Критика взглядов Бора на квантовую механику* // *Философские вопросы современной физики*. – М., 1958. С. 77–78. Нельзя отождествлять, т.е. считать их синонимами ,как считал В.А. Фок, т.к. соотношение неопределенностей, как и взаимоисключающие полные наборы коммутирующих наблюдаемых, являются следствием принципа квантования, а в свою очередь, принцип дополнительности, связанный с соотношением неопределенности для E и t (где t в НКМ не является оператором), не может быть дедуцирован из последнего.

[5] Гейзенберг В. *Квантовая теория и ее интерпретация* // Нильс Бор. Жизнь и творчество. – М., 1967. С.18, 303–305.

где i — 1,2,3; P_i — проекция импульса; M_i — проекция момента; E_i — полная энергия; x_i — координата; φ_i — угол поворота относительно одной из осей; t — время.

Значит в них динамические переменные (p, M, E) выражают причинное описание и кинематические переменные (x, φ, t) — пространственно-временное. Классическое пространственное и классическое временное описания исключают классическое причинное, лишь будучи взяты совместно. В отдельности же они вполне совместимы с этим описанием[1].

Теперь проследим как пришел Бор к принципу дополнительности, какими эвристическими идеями при этом руководствовался. Первой в этом ряду можно назвать идею корпускулярно-волнового дуализма (КВД), выбранного Бором путем отказа от формального подхода Гейзенберга, в качестве исходного пункта интерпретации квантовой теории, предварительно связав его (дуализм) с квантовым постулатом[2]. В этом выборе Бор оттолкнулся не от математического формализма, как Гейзенберг, а от логики, т.е. посредством отказа от дееспособности закона исключенного третьего[3] в квантовой теории, назвав этот отказ "дополнительностью". "В соотношениях неопределенности Гейзенберга, — пишет М. Джеммер, — Бор увидел математическое выражение, определяющее пределы, до которых дополнительные понятия могут перекрываться, т.е. могут применяться одновременно, хотя, конечно, и нестрого"[4].

В этих соотношениях Бор видел математический формализм, в пределах которого дополнительность не ведет к логическому противоречию. Вместе с тем суть гейзенберговского формализма, по Бору, состояла "в неизбежности квантового постулата при оценке возможностей измерения"[5]. Одной из эвристических "меток" на пути к концепции дополнительности явилась "нечеткость" понятия наблюдения, т.е. вмешательство наблюдения в ход атомных процессов ("возмущение явлений посредством их наблюдения"), приведшее В.А. Фока к принципу фундаментальной роли измерительного прибора в НКМ[6]. В этой связи

[1] Бранский В.П. Указанная монография. С. 10.

[2] Как известно из литературы, примерно в 1924–1925 г.г. Бор не признавал дуализм волны и частицы, в особенности касающегося световых фотонов Эйнштейна.

[3] Нигде об этом сам Бор не упоминает, но этот вывод вытекает из контекста концепции дополнительности, что в последствии подтвердилось возможностью создания своеобразной "логики дополнительности" Г.Д. Биркгофом и И. фон Нейманом с одной стороны, и, с другой стороны, П. Детуш-Феврие и Р. Рейхенбахом трехзначной логики в некотором смысле новой немакроскопической логики.

[4] Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*. С. 337.

[5] Бор Н. *Избранные научные труды*. Т. 2. С. 37.

[6] См.: Фок В.А. *Квантовая физика и строение материи.* – Л., 1965. С. 11–12.

стоит упомянуть влияние на Бора психологических идей У. Джемса наряду с философскими идеями С. Кьеркегора и Х. Гёффдинга в становлении копенгагенской интерпретации квантовой механики[1]. Здесь обнаруживается удивительная аналогия между физикой и психологией в анализе понятия наблюдения, а именно, касающаяся трудности разграничения объекта наблюдения и средства наблюдения. Более всего поражает сходство ниже приведенных цитат Джемса и Бора, которые "проливают свет» на выбор Бором термина "дополнительность". Джемс пишет, что «у некоторых лиц все возможное сознание может быть расщеплено на несколько частей, существующих одновременно, но игнорирующих друг друга и делящих объекты знания между собой. Еще более примечательно, что они являются «дополнительными""[2]. Далее, несколькими страницами позже, он продолжает: "Мало что есть более удивительного, чем эти отношения взаимного исключения…"[3]. Упомянутое нами только что цитированное высказывание Джемса приводит Бора к принципу дополнительности в его начальной формулировке: "В соответствии с самой природой квантовой теории мы должны считать пространственно-временное представление и требование причинности, соединение которых характеризует классические теории, как дополнительные, но исключающие одна другую черты описания содержания опыта"[4]. Надо полагать, что классическое причинное пространственное и временное описание под воздействием процедуры переключения гештальта Джемса «расщепляется» на взаимоисключающие, но дополнительные по отношению друг к другу составляющие: классическое пространственно-временное и классическое причинное описание.

Итак, пишет Бор: "Мы стоим перед выбором: или следить за траекторией частицы, или же наблюдать интерференцию. Дополнительные явления протекают при взаимно исключающих друг друга экспериментальных условиях"[5]. Это высказывание Бора, на наш взгляд, "ужасно" напоминает некоторые суждения С. Кьеркегора,

[1] См.: Джеммер М. Указанная монография. С. 167–181, 337–339. Что касается эвристического влияния философских идей С. Кьеркегора и Х. Гёффдинга в становлении копенгагенской интерпретации квантовой механики подробно рассмотрены в исследованиях М. Джеммера (указ. книга), И.С. Алексеева (Алексеев И.С. *Концепция дополнительности.* – М.: Наука, 1978) и др. В числе самых свежих исследований можно упомянуть книгу Е.Н. Князевой "Одиссея научного разума" (С. 194–197.), где это влияние просматривается как "мутация" культурных эстафет (пересечение научных традиций) на поле индивидуального сознания ученого.

[2] Цитируем по книге: Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*. С. 339.

[3] Там же. С. 342.

[4] Бор Н. Указанный том. С. 41. Бор познакомился с учением Джемса, по-видимому, через Гёффдинга, который посетил Джемса в Кембридже (штат Массачусетс) в 1940 г. См. подробно: Там же. С. 178.

[5] Бор Н. Избр. научные труды. Т. 2. С. 413.

касающиеся диалектики выбора “или/или”: “Мое или/или обозначает… не выбор между добром и злом, оно означает тот акт выбора, посредством которого выбирают добро и зло, или отбрасывают добро и зло”[1]. Следовательно, Кьеркегора не интересует то, к чему мы придем в результате выбора — к добру или к злу, а его интересует сама процедура выбора единства добра-зла или отказа от этого единства. Следовательно, этот выбор антиномичен, как бы взаимно исключает друг друга. Чем не принцип дополнительности, но только в области нравственных императивов?

Возвращаясь к началу наших рассуждений о принципе дополнительности и говоря об эмпирических следствиях из него, можно заметить, что он накладывает определенные ограничения на применимость классических понятий в квантовой области явлений, т.е. указывает на «недостаточность наших выразительных средств» (В. Гейзенберг). Иначе говоря, можно предположить о возможности существования немакроскопической эпистемологии и логики, но и немакроскопической методологии и философии из принципа дополнительности, т.е. сам принцип Бора является следствием более общего принципа онтологического негеоцентризма (как форма проявления негеоцентрического микромира в геоцентрическом макромире)[2].

Теперь выскажем несколько суждений о философских основаниях выбора Бором принципа дополнительности в качестве интерпретации КВД[3]. Несколькими страницами ранее мы писали о “теории двойного

[1] Цитируем по указанной книге Е.Н. Князевой. С. 197. “Одно из наиболее характерных произведений Кьеркегора, в котором развертывается его экзистенциальная диалектика в ситуации выбора, — это его “Или/или”. Повествование, — пишет Князева, — представляет собой пересечение ряда планов, как правило, рассказ ведется от второго лица (может быть, это он сам, а может быть, и его близкий друг), просматриваются различные ситуации, как если бы главный герой стал другим человеком, идут постоянные эксперименты: проигрываются различные сценарии событий” (см.: Там же.). Нам кажется, приведенный выше метод повествования Кьеркегора удивительным образом напоминает не только расщепленное на несколько частей, существующих одновременно, сознание У. Джемса, но вместе с тем, литературный прием японского писателя Акутагавы Рюнеско, использованный для создания его знаменитого рассказа “В чаще”. Суть этого приема заключается в том, что одно и то же событие (сцена изнасилования главной героини рассказа) описывается с разных точек зрения: насильника, героини и ее мужа, рассказы которых взаимно дополняют друг друга. Этот же прием был великолепно использован японским режиссером Акирой Куросавой в постановке всемирно известного кинофильма “Расемон” по мотивам этого же рассказа. Очевидно, что существует дополнительность как принцип не только в психологии и физике, но и в литературе, и в кинематографии.

[2] Здесь нет возможности подробно обсуждать выдвинутые предложения. Поэтому отсылаем читателя к указанной монографии В.П. Бранского: *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* Гл. 3.

[3] До сих пор, в основном, мы говорили об интерпретации “пси”-функции Шрёдингером, Борном и др., а не КВД.

решения” Л.де Бройля из-за математических трудностей, переросшей в модель-теорию “волны-пилота”. В этой модели частицы уже не рассматривались как сингулярности волнового поля, а постулировалось их независимое существование. Значит на Солвеевском конгрессе физиков (Брюссель, октябрь 1927 г.) были предложены две альтернативные интерпретации КВД де Бройля и Бора: “1) в случае интерпретации де Бройля — при описании поведения микрообъектов на языке макропонятий макроскопическое пространственно-временное и макроскопическое причинное описание совместимы друг с другом (принцип унитарности описания); 2) в случае интерпретации Бора — при описании поведения микрообъектов на языке макропонятий макроскопическое пространственно-временное и макроскопическое причинное описания взаимоисключают друг друга (принцип дополнительности описания)”[1].

Каждый из них, надо полагать, исходил в своем выборе описания из определенных философско-методологических предпосылок. По-видимому, де Бройль в выборе модели “волны-пилота” исходил из картезианского принципа “механистического” моделирования любых явлений, в отношении которого применимо классическое причинно-временное (унитарное) описание[2]. В случае Бора — ситуация гораздо сложнее: принципиальным для него является признание неделимой целостности процесса наблюдения, согласующейся с квантовым постулатом (это новое немакроскопическое представление, существенно ограничивающее пределы применимости макропонятий). Если модель “волны-пилота” де Бройля не выходит за рамки классических представлений макромира, то новое описание поведения микрообъектов на языке принципа дополнительности выходит за эти рамки. Это означает, что квантовая механика «имеет дело» с миром иной онтологической природы, чем классическая механика. Поэтому в рамках копенгагенской интерпретации возникает антиномия — противоречие (в отличие от логического противоречия) в границах применимости классических понятий. “Таким образом, в основе рассуждения Бора, при поисках им

[1] Бранский В.П. *Эвристическая роль философских принципов в современной науке* // *Ленинская теория отражения в свете развития науки и практики.* С. 555. Автор здесь и далее опирается на результаты этого исследования.

[2] Как пишет М. Джеммер: “Причинная интерпретация де Бройля фактически даже не обсуждалась на Конгрессе, если не считать нескольких замечаний Паули…”. См.: Джеммер М. *Эволюция понятий квантовой механики*. С. 345. Стало быть, фактический выбор был сделан физическим сообществом в пользу интерпретации Бора, хотя бы потому, что она вызвала плодотворный обмен мнениями, на Конгрессе, в котором приняли участие основные создатели квантовой механики: Борн, Бриллюэн, де Бройль, Гейзенберг, Дебай, Дирак, Комптон, Крамерс, Паули, Планк, Фаулер, Шрёдингер, Эйнштейн, Эренфест и др.

правильной интерпретации КВД, содержался своеобразный принцип антиномичности познания: при переходе от мира одной природы к миру другой природы в старой системе понятий неизбежно должны возникать особые противоречия (антиномии)"[1]. Можно предположить, что данный принцип, навеянный негативной диалектикой Канта, выполнил селективную функцию при отборе принципа дополнительности Н. Бором в качестве интерпретации КВД не в пользу каким-либо другим физическим принципам (в том числе принципу унитарности)[2].

Проблема проверки нерелятивистской квантовой механики. Как мы уже убедились, вопрос об интерпретации[3], связанной с проверкой НКМ, — один из труднейших для ее понимания. На стадии фундаментального теоретического исследования Э. Шрёдингером была выбрана в качестве математической гипотезы (МГ) схема, состоящая из одного уравнения («уравнение Шрёдингера»):

$$\nabla^2\Psi+\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-V)\Psi=0,$$

которая впоследствии в ходе проверки (и последующего подтверждения опытом) могла превратиться (и превратилась) в фундаментальный теоретический закон НКМ. Семантическая интерпретация МГ представляет собой раскрытие смысла решений уравнения Шрёдингера. Выраженный уравнением Шредингера математический аппарат НКМ "безразличен" к физической природе объектов микромира и описывает лишь их распределение, соответствующее данной их энергии (E -ν), независимо от природы этих объектов. У объектов микромира нет внешних ограничений, дискретность их состояний порождается внутренними, природными ограничениями — их структурой. По-видимому, Шредингер руководствовался последним обстоятельством как *селектором* при выборе данной теоретической схемы.

Уже в своем первом сообщении Шрёдингер ставит вопрос о физическом смысле конструкта "волновой функции — ψ". В своем ответе Шрёдингер опирается на концепцию де Бройля: "…. Довольно естественно связывать функцию с некоторым колебательным процессом в атоме, в котором реальность электронных траекторий в последнее время

[1] Бранский В.П. Указанная статья. С. 556.
[2] Подробно см.: Там же. С. 556–557.
[3] Проблему интерпретации НКМ мы уже подробно рассмотрели в предыдущих двух параграфах, касающихся различных интерпретаций волновой функции и копенгагенской интерпретации. Здесь нашей задачей является рассмотрение этой проблемы (и дальнейшее ее уточнение) с точки зрения проверки (и подтверждения) НКМ.

неоднократно подвергалась сомнению"[1].

По времени "Сообщения…" и другие классические работы по НКМ опубликованы после публикации соответствующих работ по матричной механике Гейзенберга-Борна-Йордана. В одной из классических статей В. Гейзенберг пишет о принципиальной ненаблюдаемости положения и времени обращения электрона в водородном атоме. "Таким образом, — он продолжает, — этим правилам недостает какого-либо наглядного физического фундамента, если все еще не придерживаться надежды"[2]. В этой же статье[3] и других последующих работах Гейзенберг требует полного отказа от кинематики классической механики и ее основных понятий и наглядности в физике вообще. Тем самым Гейзенберг последовательно претворяет идею далеко идущего *отказа* от эйдетической интерпретации в новейших физических теориях.

В вариантах эйдетической интерпретации волнового аспекта НКМ де Бройля и Шредингера присутствуют и сходство, и различие. Их сходство в том, что они исходят из волновых колебаний микрообъектов в пространстве, а различие их в том, что де Бройль рассматривает волны в поступательном движении, в то время как Шрёдингер берет за основу понятие колебания и приходит к стоячим собственным колебаниям. Другими словами, в отличие от Гейзенберга де Бройль и Шрёдингер стремятся к наглядности, возможно меньше удаляющей от классической физики. "Не требует особых разъяснений то обстоятельство, что представление, по которому при квантовом переходе энергия преобразуется из одной колебательной формы в другую, значительно более удовлетворительно, чем представление о перескакивающем электроне"[4]. Полуклассическая теория Бора водородоподобных атомов, о котором мы ранее писали, была наглядной в том, что касалось стационарных состояний, а процесс излучения и поглощения был лишен наглядности. Электронным скачкам невозможно в принципе найти наглядный образ в классическом смысле. Применение образов колеблющихся структур, мембран, далее, представлений о резонансе и биениях и т.п. придает лишь наглядность в истолковании квантового перехода.

Итак перейдем к рассмотрению характера выражений микропроцессов в q-пространстве, связанных Ψ-функцией. Здесь частицы ассоциируются с максимумами групп волн ("волновых пакетов").

[1] Шрёдингер Э. *Избр. труды.* С. 17.
[2] Гейзенберг В. *О квантово-теоретическом истолковании кинематических и механических соотношений* // УФН. № 122. Вып. 4. 1977. С. 574. (Впервые она была опубликована в 1925 г.).
[3] Там же. С. 575.
[4] Шрёдингер Э. Указ. соч. С. 19.

Последние конструируются наложением синусоидальных волн, у которых частоты и длины волн, а также направления распределения, хотя и различны, но изменяются непрерывно в некотором узком интервале. Так как электрон истолковывается как протяженная частица, то волновой пакет должен обладать конечными размерами. Ввиду свойства волновых пакетов "расползаться" в пространстве последнее невозможно[1]. Поэтому Шрёдингер приходит к следующему: "… действительное механическое явление следует понимать или изображать как волновой процесс в q-пространстве, а не как движение изображающей точки в этом пространстве"[2]. Тем самым Шрёдингером подготавливается "почва" для отказа от классического понятия "траектория движения" в микромире[3]. Это и значит, что понятие траектории должно быть заменено представлением о системе волновых поверхностей, нормальных к этой траектории[4]. Выходит, что нельзя утверждать, что электрон в атоме находится в определенном месте "квантовой траектории". Ненаглядность последнего обстоятельства очевидна. Кроме того, законы НКМ не определяют отдельной орбиты.

В четвертом сообщении Шрёдингер модифицирует свое уравнение для объяснения и изучения дисперсии, т.е. поглощения и излучения света произвольной частоты:

$$\mathrm{H}(q_{k,}\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial q_k})\Psi = \frac{+}{-}\frac{h}{2\pi i}\cdot\frac{\partial\Psi}{\partial t}.$$

Гештальтом для получения этого уравнения послужило уравнение диффузии (Даламбер) с мнимым коэффициентом диффузии и, отсюда, он допускает комплексность функции Ψ, называя её "механическим полевым скаляром". Шрёдингер интерпретирует теперь $\Psi_1.\Psi$ как весовую функцию в конфигурационном пространстве (об этой интерпретации Шрёдингера ранее мы уже писали), которая выражает распределение плотности электрического заряда в q-пространстве. Тем самым он показал, что квантовый скачок Бора может быть истолкован "простой" интерпретацией волновой функции. Противоречие с электродинамикой Максвелла устраняется, если связать функцию Ψ с плотностью электрического заряда с помощью уравнения: $e\cdot\Psi\cdot\Psi^*=\rho$, где Ψ^* — комплексно сопряженное значение Ψ, e — заряд электрона. Нормирующее условие для одноэлектронной системы будет иметь вид: $\int \Psi\cdot\Psi^*=1$.

[1] Как позже показал Гейзенберг, исключением является только излучение гармонического осциллятора.
[2] Шредингер Э. *Избр. труды*. С. 33.
[3] Там же. С. 34.
[4] Шредингер Э. *Избр. труды*. С. 237.

Следовательно, отсюда вместо точечного вращающегося электрона появляется заряд, "размазанный" во всей окрестности ядра, плотность которого постоянна во времени (представление "электронного облака"). Последнее означало возможность наглядного описания явлений в области атома, если задать силу поля и значения функции Ψ как функции трех координат (x, y, z) и времени (t). Как известно, она не оправдалась. Для n электронов нужно рассматривать Ψ как функцию 3n независимых координат x_n, y_n, z_n, и времени t. Другими словами, стоячие колебания, представляющие определенное стационарное состояние атома, происходят не в реальном трехмерном пространстве, а в некоем абстрактном многомерном пространстве конфигураций: "… Ψ является функцией, заданной не в реальном, а в конфигурационном пространстве"[1].

Отсюда вытекает неизбежность отказа от наглядного полевого представления атомных процессов, столь желанного для Шрёдингера: "Он думал, однако осуществил возврат к классическому мышлению. Он рассматривал электрон не как частицу, но как некоторое распределение плотности, которое давалось квадратом его волновой функции $|\Psi|^2$. Он считал, что следует полностью отказаться от идеи частиц и квантовых скачков и никогда не сомневался в правильности этого убеждения"[2]. Далее Борн пишет: "… что частицы не могут быть просто упразднены. Следовало найти путь к объединению частиц и волн. Я видел связующее звено в идее вероятности[3]. По мнению Борна, волновая функция не представляет собой никакого реального физического поля, а имеет вероятностный смысл, подобно функции распределения, применяемой в статистической физике. Вспомогательным представлением для прихода к этой идее Борна, как известно, явилось замечание Эйнштейна о том, что двойственная природа света может быть просто понята, если принять, что амплитуда световых волн, а значит, и плотность энергии определяются средней плотностью фотонов в данной точке пространства. Тогда физической реальностью в световом луче обладают фотоны, тогда как электромагнитное поле является "призрачным полем, управляющим фотонами" (Эйнштейн)[4]. Распространяя эту идею на квантовую механику, Борн и предположил, что функция Ψ также может иметь только статистический, вероятностный смысл, заключающийся в том, что $\Psi\Psi^*$ определяет плотность вероятности пребывания частицы в данной точке пространства. Путь к этой идее лежал через традиционные процедуры умозрительного исследования (концептуальная интуиция), которых

[1] Шрёдингер Э. *Избр. труды*. С. 73.
[2] Борн М. *Воспоминания* // УНФ, 1970. Вып. 1. С. 102.
[3] Там же. С. 160–161.
[4] Бор Н. *Атомная физика и человеческое познание*. С. 56.

воспроизвести здесь нет необходимости[1]. Действие известного нам ранее интуитивного механизма привело Борна к вероятностной интерпретации волновой функции. Здесь несколько повторяемся: об этих "вещах" мы уже успели упомянуть несколькими страницами ранее, но, вместе с тем, будем считать, что выше- и нижесказанное об интерпретации Борна волновой функции является ее дальнейшей конкретизацией и дополнением к ней. Таким образом, в борновском истолковании Ψ — функции произошло "объединение частиц и волн" (Борн). Иначе, $|\Psi|^2$ описывает не изменения плотности вероятности электрического заряда в пространстве и во времени, а изменение плотности вероятности этого положения, причем Ψ называется амплитудой собственного квантового состояния.

В этой связи коснемся вопросов кинематики и динамики НКМ с точки зрения проблемы наглядности. Как отмечает Гейзенберг: "…. во всяком случает невозможна интерпретация квантовой механики из привычных кинематических и механических представлений".[2] Перестановочное соотношение Борна заставляет сомневаться в применимости понятий скорости и положения в НКМ. Далее, для микромира существенна прерывность движения микрообъектов. Понятие траектории движения в классической механике было наполнено наглядным содержанием, а в НКМ вовсе теряет смысл, ибо оно заменяется понятием "квантового состояния". Отсюда отказ от понятия скорости как производной; скорость в НКМ определяется двумя или большим числом положений центра тяжести квантовых объектов. Таким образом, у нас имеются веские основания с подозрением относиться к некритическому употреблению слов "положение" и "скорость"[3].

Как показал Гейзенберг, локализация квантового объекта в какой-либо малой области пространства требует физических условий, не подходящих для точного измерения его импульса и наоборот[4]. Если применить фотоны, несущие большую энергию (малой длины волны) для точной локализации электрона в пространстве, то они сообщат электрону большой толчок (импульс) и тем самым сильно нарушат его локализацию в пространстве импульсов. На подобной «мистической» траектории электрона в принципе может быть определена лишь одна — единственная точка[5]. Следовательно, квантовая механика по Гейзенбергу как раз и возникла в результате попыток порвать с этими наглядными понятиями и

[1] Следует лишь заметить, что гештальтом здесь явилось представление Шрёдингера об электроне как некотором распределении плотности, которое характеризуется квадратом волновой функции $|\Psi|^2$ ("электронное облако"), а умозрительной моделью — "облако вероятности".
[2] Гейзенберг В. Указ. статья. С. 652.
[3] Там же. С. 652.
[4] Там же. С. 654.
[5] Там же. С. 652.

заменить его соотношениями между конкретными числами, получаемыми из эксперимента. Тем самым он рассматривает особенности экспериментов, проводимых над квантовыми объектами, в которых участвуют классические приборы, т.е. приборы, регистрирующие положение и скорость. В этой связи Гейзенберг вырабатывает следующий критерий наглядности: "Мы считаем, что физическая теория обладает наглядностью, когда с помощью этой теории во всех простых случаях можно качественно представить себе экспериментальные следствия из нее, и, когда мы одновременно убедились, что применение теории не приводит к внутренним противоречиям"[1]. Иначе, наглядность, о которой пишет Гейзенберг, соответствует принципиальной наблюдаемости, о которой он писал в 1925 г.

В подтверждение этого тезиса Гейзенберг мысленно представляет эксперимент, определяющий положение электрона с любой точностью с помощью упомянутого нами "γ-микроскопа" Гейзенберга. В связи с этим обстоятельством можно вспомнить серии МЭ Бора для обоснования соотношения неопределенностей Гейзенберга в знаменитых дискуссиях с Эйнштейном[2]. Обстоятельство, связанное с этим соотношением, приводит к вытеснению кинематических и динамических понятий классической механики в НКМ. В связи с последним обстоятельством представляется возможность обсудить понятие бестраекторного движения квантовых объектов в микромире.

Согласно уравнению Шрёдингера собственное состояние $|\Psi_o(E)|^2$ может самопроизвольно переходить в несобственное $|\Psi(E)|^2$, в котором координата микрообъекта (электрона) неопределенна ($\Delta q \neq 0$). Так как $|\Psi(E)|^2$ представляет собой суперпозицию различных собственных состояний с разными собственными значениями q, то при новом измерении q_1 в t_1 $|\Psi(E))|^2$ может редуцироваться (с той или иной вероятностью) к любому из собственных состояний, входящих в суперпозицию. Пусть это будет $|\Psi^1(E)|^2$. А потом все повторяется. Эйдетическую интерпретацию волн вероятности в принципе можно свести не к какой-то кривой q(t), а к некоторой области ("облако вероятности"). "Квантовое состояние" как понятие НКМ получает новое физическое содержание: оно является изменением плотности вероятности положения, т.е. $|\Psi(x,y,z,t)|^2$. Стало быть, в НКМ понятие «движение» обобщается в понятие «квантовое состояние», становясь адекватным для правильного отражения процессов, совершаемых в микромире[3].

[1] Гейзенберг В. Указ. статья. С. 651–652.
[2] Бор Н. *Атомная физика и человеческое познание.* С. 51–94.
[3] О прочих интерпретациях НКМ подробнее см.: Дишкант Г.П. *Интерпретация квантовой механики*. -Днепропетровск: Изд-во ДГУ; 1970; Фок В.А. *Квантовая физика и философские проблемы*. – М.:

Теперь перейдем к непосредственной проверке основных понятий и принципов НКМ. Формально в качестве одного из предсказаний гипотезы Планка можно считать существование кванта света – фотона (Эйнштейн, 1905 г.) Поэтому предложенное Эйнштейном объяснение фотоэлектрических и фотохимических явлений было основано на радикальном расширении рамок первоначальной квантовой гипотезы Планка.

Нам известно, предположение Эйнштейна, что свет не только испускается, но и поглощается отдельными порциями — квантами. Представление о свете после 1905г. стало ненаглядным ("несуразным" Р. Милликен): представление об электромагнитной волне, оставшейся локализованной в пространстве, кажется противоречащим самой сути понятия электромагнитной волны, которая обладает свойствами интерференции и дифракции. На основании этого предположения было выведено соотношение, связывающее кинетическую энергию $E_к$ фотоэлектронов и частоту излучения, вызывающего фотоэффект:

$$E_k=h\nu-e\gamma,$$

где $e\gamma = P$ — так называемая работа выхода электрона;

γ — константа, характеризующая металл, из которого освобождается электрон;

e — заряд фотоэлектрона;

h — постоянная Планка;

ν — частота света (излучения).

Описанное выше составляет суть *семантической* интерпретации теории фотоэффекта Эйнштейна. *Эйдетическая* интерпретация последней связана с представлением пучка монохроматического света (т.е. потока частиц света — фотонов), падающих на исследуемую поверхность металла, при котором эмитируют фотоэлектроны (*теоретическая модель* фототока).

Переход к *эмпирической* интерпретации совершается с помощью МЭ: взаимодействия модели образования фототока с эмпирическим представлением о приборе (электрометром), измеряющем разность потенциалов. Реальный эксперимент был выполнен Р. Милликеном (1914–1916 гг.). Для исследования фотоэффекта Милликеном была создана специальная, исключительная для того времени, экспериментальная установка, названная им "механической мастерской в вакууме"[1]. Излучавшиеся щелочные металлы Li, Na, K подвергались в вакууме срезыванию (для получения свежей поверхности посредством ножа,

Изд-во. ИФ АН СССР, 1970, и т.д.

[1] Схему одной из трубок и описание эксперимента см. в кн.: Тригг Д. *Решающие эксперименты в современной физике*. С. 92–100.

управляемого извне с помощью магнита). Тут же в вакууме измерялась контактная разность потенциалов между чистой поверхностью данного металла и электродом и в вакууме же измерялся фототок при воздействии монохроматического света различных длин волн. При этом зависимость задерживающего потенциала V от частоты света ν оказалась строго линейной, причем наклон прямой точно соответствовал значению планковской константы h. Милликен пишет: "Он [фотоэффект — Д.О.] материализирует, так сказать, величину, открытую Планком при изучении излучения абсолютного черного тела, и дает нам, как ни одно другое явление, уверенность в том, что исходные физические представления, лежащие в основе гипотезы Планка, соответствуют действительности"[1]. Выдвинутые волновой механикой необычные понятия, чтобы окончательно укрепиться, нуждались в опытной проверке.

Как известно из изложенного ранее материала по КВД (корп.- волн. дуализма), согласно де Бройлю частица обладает волновыми свойствами, длина волн равна постоянной Планка, деленной на импульс частицы:

$$\lambda = \frac{h}{m\upsilon}.$$

Теория де Бройля связывает длину волн материи со скоростью механического движения частиц. Если речь идет об электроне, то при достаточно малой скорости длина волны принимает значения, допускающие экспериментальное обнаружение дифракции. Все изложенное выше касается *семантической* интерпретации так называемой гипотезы всеобщего корпускулярно-волнового дуализма материи. О сути *эйдетической* интерпретации, о которой уже не раз мы писали, своей теории говорил де Бройль так: "Поток электронов, проходя через очень тонкую щель, должен был бы дать явление дифракции. Именно таким путем, по-видимому, нужно будет искать опытное подтверждение наших идей"[2].

В связи с вопросом опытного подтверждения дебройлевской гипотезы перейдем к анализу экспериментов Дэвиссона и Джермера по дифракции электронов. Сначала опыты были задуманы для изучения углового распределения электронов, рассеянных мишенью из поликристаллического никеля[3]. Как пишут сами исследователи: "При выполнении этой работы в тот момент, когда мишень имела высокую температуру, взорвался сосуд с жидким воздухом, экспериментальная трубка оказалась разбитой и ворвавшийся воздух сильно окислил

[1] Цитируем по книге Тригга: Тригг Дж. *Решающие эксперименты в современной физике.* С.104.

[2] Цитируем по книге: Льоци Марио. *История физики.* – М.: Мир, 1970. С. 403.

[3] Явление испускания вторичных электронов.

мишень. Окись в конечном счете была восстановлена, и слой мишени удален путем испарения, но только после продолжительного прогрева при различных высоких температурах в водороде и в вакууме"[1].

Картина рассеяния заметно изменилась после возобновления опытов. Это обстоятельство было объяснено их явлением рекристаллизации мишени, происшедшей за время ее прогрева[2]. В результате образовалась своеобразная кристаллическая щель, о которой уже писал де Бройль. С помощью простой щели (искусственной дифракционной решетки) нельзя было надеяться наблюдать дифракцию электронов.

Как мы убедились, первоначальный вариант экспериментов, обнаруживших дифракцию электронов, носил *случайный* ("непредвиденный") характер. *Эмпирическая* интерпретация гипотезы де Бройля уже после подобных экспериментов заключалась в построении эмпирической модели в результате выполнения Дэвиссоном и Джермером МЭ с плоскостью кристалла никеля, в форме куба со срезанным углом ("щель"), куда направляется пучок электронов определенной скорости из какого-либо источника ("электронной пушки", например) и мишень ("плоскость никеля") взаимодействует с каким-либо прибором (с "гальванометром, соединенным с цилиндром Фарадея для сбора дифрагированных электронов"). Для «мысленного измерения» интенсивности дифрагированных лучей в разных направлениях можно вращать саму мишень вокруг ее оси и уловитель (т.е. цилиндр Фарадея) электронов — вокруг мишени по дуге окружности. Реальные эксперименты Девиссона и Джермера дали хорошее количественное подтверждение соотношения де Бройля.

В связи с подтверждением волнового аспекта НКМ в экспериментах полезно провести анализ опытов Н. Сушкина, Л. Бибермана, В. Фабриканта по дифракции поочередно летящих электронов. Если быть кратким, то суть их экспериментов заключается в следующем МЭ Эйнштейна: "Пусть электроны посылаются один за другим к двум крошечным отверстиям. Слово "электрон" употребляется здесь ради определенности; наши рассуждения справедливы также и для фотонов. Один и тот же эксперимент повторяется много раз совершенно одинаковым образом; все электроны имеют одинаковую скорость и движутся в направлении к двум отверстиям. Едва ли нужно напоминать, что идеализированный эксперимент, который нельзя выполнить в действительности, но который легко можно себе представить. Мы не можем выстреливать отдельные фотоны или электроны в заданные

[1] Цит. по: Тригг Дж. Указанная книга. С. 125.

[2] Фактически произошло укрупнение кристаллов: "… бомбардировались лишь несколько (фактически около десяти) больших кристаллов". Цит. по: Тригг Дж. Указанная книга. С. 125.

моменты времени, подобно пулям из ружья".[1] Хотя данное описание неявно содержит в себе представление о приборе (т.е. о "фотопластинке, регистрирующей пятна и кольца от электронов"[2]), все ж таки ее нельзя считать МЭ в полном смысле слова; оно есть описание эйдетической интерпретации гипотезы дифракции поочередно вылетающих электронов. Данный историко-физический факт служит прекрасной иллюстрацией места и природы эйдетической интерпретации и МЭ в физическом познании: они являются существенной и необходимой частью процедурного алгоритма, связанного с проверкой физической теории.

В реальном эксперименте Н. Сушкина, Л. Бибермана, В. Фабриканта (1949 г.) средний промежуток времени между прохождениями двух электронов равнялся $2{,}4 \cdot 10^{-4}$сек, что примерно в $3 \cdot 10^4$ раз больше времени прохождения каждого из них от источника до экрана. Мишенью служил слой кристалликов окиси магния на коллодиевой подложке. И хотя отдельный электрон давал вспышку в одной точке экрана, при последовательном прохождении через дифракционную мишень (решетку) большого их количества возникла прежняя картина дифракции. Значит каждому отдельному электрону присущи волновые свойства, но присущи ненаглядным, странным образом — в виде определенной вероятности проявления свойства корпускулы (ибо попадание электрона в некоторую точку фотопластинки — это и есть обнаружение его как корпускулы). Тем самым было подтверждено основное положение квантовой механики о наличии волновых свойств у отдельного электрона[3]. Увеличивая интенсивность пучка электронов в несколько (семь) раз, они получили в эксперименте идентичную дифракционную картину с картиной, полученной с помощью слабого пучка. "Это подтверждает справедливость квантовомеханического принципа суперпозиции при диапазоне изменения интенсивности, равном семи порядкам"[4].

Методологическое объяснение процесса формирования НКМ. Ответ на вопрос, что такое НКМ, как показал анализ, дает рассмотренный нами процесс ее формирования. В основу нашего рассмотрения процесса становления положен принцип развития (последовательный переход от более простых форм исследования и форм знания к более сложным), т.е. генетический подход.

[1] Эйнштейн А. СНТ. Т. IV. С. 533. По этому поводу Фабрикант вспоминает: "Я многократно наталкивался на описание мысленного эксперимента с поочередно летящими электронами, но только прочтя соответствующее место в книге А. Эйнштейна и Л. Инфельда задумался над тем, почему, собственно говоря, этот эксперимент нельзя реализовать". См. в кн.: *50 лет квантовой механики* // Сб. статей.– М.: Наука, 1979. С. 96–97.

[2] О чем в дальнейшем чтении текста мы убеждаемся.

[3] *50 лет квантовой механики.* С. 98.

[4] Там же. С. 98.

В свете данного подхода наиболее простой формой исследования и формой знания являются эмпирическое исследование и эмпирическое знание. В НКМ эмпирическое исследование в основном представлено экспериментальными исследованиями излучения абсолютно черного тела (в частности, Луммера и Принсгейма), т.е. спектральных линий различных частот и эмпирическое знание — эмпирическими законами: Стефана-Больцмана для общего излучения, смещения Вина, и предельными — Рэлея-Джинса для больших температур и Вина для малых температур[1]. Высшей формой развития эмпирического знания в НКМ, в частности, является феноменологическая конструкция, полученная М. Планком[2] и обобщающая перечисленные выше интегральные эмпирические законы. Она получена "полуэмпирическим" путем, т.е. с привлечением умозрительных процедур исследования (идеализация, выбор гештальта, построение модели, замещение, генерализация и др.). Как мы знаем, обращение к умозрительным процедурам исследования вызвано возникновением на стадии эмпирического исследования эмпирического парадокса, то есть, достигнув ступени феноменологической конструкции, исследование не может дальше развиваться эмпирическими методами. Поэтому выбор М. Планком в качестве гештальта представления о статистической системе ("газ в закрытом сосуде") и последующее замещение каждой частицы элементарным осциллятором, играющего роль центра излучения (построение модели "осцилляторного газа"), не вызывает удивления, т.к. последующая универсальная генерализация этой умозрительной модели всевозможным статистическим системам с различными распределениями частот по "энергетическим ячейкам" привела его к умозрительному понятию-конструкту «квант энергии» (и фундаментальной постоянной Планка — h).

Теперь, что касается корпускулярного-волнового дуализма света А. Эйнштейна, то он является *комплексной* теорией, т.е. определенной ступенью развития нефундаментального теоретического исследования НКМ. Вот почему: Эйнштейну было недостаточно для объяснения фотоэффекта рассмотрение монохроматического излучения малой плотности (в пределах применимости закона излучения Вина) в смысле теории теплоты и поэтому он привлек, т.е. выбрал квантовый закон излучения М. Планка, чтобы выдвинуть предположение о "зернистой" структуре излучения ("фотонах").

Как мы знаем, дальнейшей вехой развития квантовой теории явилась модель водородного атома Н. Бора. Она представляет, с точки зрения

[1] Здесь упомянуты те эмпирические законы, которые объясняются феноменологической конструкцией М. Планка, не говоря о законах Бальмера, Ридберга и др.

[2] См.: Формулу (1.1) данной главы.

методологического объяснения, пример *метафорической (гибридной)* теории, т.к. она содержит, наряду с механическими и электромагнитными свойствами, такой парадоксальный с точки зрения классической физики момент, как квантование энергии и отсутствие излучения при движении по орбите. Появление в структуре метафорической теории парадоксов свидетельствует, что объект исследования лежит за пределами применимости старых представлений (например, ненаблюдаемых электронных орбит). В отличие от эмпирического парадокса, парадокс метафорической теории относится к числу фундаментальных, ибо он не связан с идеализацией объекта исследования, а связан с совмещением взаимоисключающих теоретических положений в предельной области, лежащей за пределами их применимости (в отличие от логических противоречий). Фундаментальный теоретический парадокс есть своеобразный сигнал, предупреждающий исследователя о том, что он должен выйти за рамки старых теоретических представлений и понятий, т.е. связан с выбором (сменой) новой теории. Стало быть, не случайно впоследствии «полуклассическая» модель атома Н.Бора названа «старой квантовой механикой» и заменена «новой квантовой механикой» Гейзенберга и Шрёдингера.

Становлению новой НКМ в волновом варианте Шрёдингера был дан толчок исследованиями Л. де Бройля. По аналогии с эйнштейновской теорией световых квантов можно утверждать, что дебройлевская концепция дуализма волны-частицы ("волн материи") является такой же комплексной теорией, как и первая. В качестве гештальта он представил (или выбрал) волновой процесс любой природы, в котором групповую скорость фазовой волны отождествил (заместил) скоростью частицы, движущейся по лучу фазовой волны. Основанием выбора подобной умозрительной модели послужила оптико-механическая аналогия Гамильтона. Далее, путем процедуры замещения фазу некоторой волны, распространяющейся из источника во все стороны, де Бройль пришел к умозрительной модели волнообразного распространения действия. Это позволило ему ввести в формулу квант действия Планка. Вообще говоря, при проведении аналогий между эйнштейновской теорией световых квантов и дебройлевской теорией дуализма волны-частицы надо думать, что переносимым признаком из первой теории в структуру второй теории является понятие действия (и связанный с ним "квант действия"). Таким образом, корпускулярно-волновой дуализм света был перенесен на движение материальных частиц, в частности, на движение электронов, что впоследствии было блестяще подтверждено экспериментами по дифракции электронов. Следовательно, он (де Бройль) правильно полагал, что дуализм волн и частиц связан "с глубокой и скрытой природой

действия”[1].

Более развитыми теориями по отношению к рассмотренным выше явились матричный и волновой варианты НКМ. На наш взгляд, комплексные теории Эйнштейна и де Бройля, метафорическая теория – модель атома Н. Бора составили стадии *нефундаментального теоретического* и *умозрительного* исследования, предшествовавших фундаментальному теоретическому исследованию НКМ. Как мы знаем, последняя в своем развитии проходит четыре основные ступени: 1) теоретической программы; 2) теоретической схемы; 3) теоретической гипотезы и 4) фундаментальной теории. Прежде чем приступить к методологическому объяснению последней стадии исследования формирования НКМ, возникает необходимость сделать несколько предварительных замечаний по существу данной проблемы.

Во-первых, НКМ как фундаментальная физическая теория содержит целую систему новых неклассических (немакроскопических) теоретических понятий (конструктов) и принципов, созданных коллективными усилиями многих ученых и научных школ[2]. Во-вторых, как мы показали, НКМ вследствие действия коллективного творчества ученых (коллективного субъекта) как бы состоит из относительно независимых друг от друга отдельных подтеорий[3], которые в ретроспективе создают эффект целостного (системного) развития (как последовательного перехода от более простой ступени исследования к более сложным) в рамках основной квантовой теории (парадигмы или исследовательской программы). В-третьих, каждая из относительно независимых квантовых подтеорий, в свою очередь, проходит все основные этапы развития (эмпирический, нефундаментальный теоретический, умозрительный и фундаментальный теоретический) более развитой (зрелой) НКМ. В-четвертых, экспериментальное подтверждение каждой подтеории в целом подтверждает фундаментальную теорию (в силу их *генетической* и *дедуктивной* связи между ними).

Сейчас мы остановимся только на третьем замечании, а остальные — более или менее понятны читателю из ранее изложенного нами. Приведем в качестве иллюстрации квантовую гипотезу М. Планка. Последняя будучи феноменологической конструкцией, т.е. высшей формой развития *эмпирического знания*, по отношению к более развитой НКМ, прошла все

[1] Де Бройль Л. *Революция в физике*. С. 135.

[2] Это обстоятельство требует отдельного скрупулезного методологического исследования коллективного творчества. Здесь мы только наметим основные ориентиры его.

[3] Эту мысль косвенно подтверждает награждение творцов НКМ, каждого по отдельности, нобелевскими премиями по физике (М. Планка, Н. Бора, Л. де Бройля, В. Гейзенберга, М. Борна, Э. Шрёдингера и др.).

стадии развития, в том числе умозрительную, в ходе которой был “изобретен” М. Планком фундаментальный конструкт НКМ “квант энергии” (и открыта фундаментальная постоянная Планка — h)[1]. На наш взгляд, эмпирическую стадию исследования потенциально, а не актуально в исследовании Планка представляли эксперименты Луммера и Принсгейма по изучению спектров излучения абсолютно черного тела, а “нефундаментальную теоретическую” стадию — эмпирические законы Стефана-Больцмана и Вина[2] (также потенциально-закон Рэлея-Джинса)[3]. Говоря о “теоретической программе” квантовой гипотезы М. Планка — квантовом принципе, стоит упомянуть, что он выбран им с помощью методологических принципов: 1) простоты законов природы и 2) дискретности строения уровней материи (и материальных объектов)[4]. А “математическая схема” — фундаментальный эмпирический закон распределения энергии спектра абсолютно черного тела был выбран М. Планком методом проб и ошибок, т.е. был им “счастливо угаданным законом” (М. Планк). Таким образом, можно предположить, что все остальные подтеории: Эйнштейна, Бора и де Бройля построены подобным же образом и в них можно проследить неявно (имплицитно) выраженные эмпирическую и нефундаментальную теоретическую стадии исследования, а также — явно умозрительную стадию, ибо она связана с формированием теоретических конструктов и принципов, положенных в основу теоретической программы будущей НКМ: квантовый принцип М. Планка, принцип корпускулярно-волнового дуализма А. Эйнштейна, два квантовых постулата Н. Бора и принцип дуализма волны — частицы де Бройля. Следовательно, теоретическая программа НКМ — плод коллективного творчества[5] великих физиков первой трети XX века. Что же касается фундаментального теоретического закона, теоретической схемы и гипотезы НКМ, то они рассмотрены нами несколькими страницами раньше.

Продолжая мысль о коллективном творчестве как о *кооперативном* явлении можно заметить, что дальнейшее обобщение квантовой теории связано с этим феноменом, т.е. с именами Дирака-Йордана, Лондона, Борна-Винера, Гильберта-Неймана-Нордгейма[6]. На фоне обобщенной

[1] О ходе умозрительного исследования М. Планка см. в начале данной главы.

[2] Из-за эмпирического характера данных законов «нефундаментальное теоретическое», «математическая схема» и др. взято мною выражение в кавычки.

[3] К тому времени М. Планк не знал этот закон.

[4] См. стр. 257 данного исследования.

[5] В отличие от СТО и ОТО - плодов индивидуального творчества А. Эйнштейна (не в абсолютном, а в относительном значении, ибо он «стоял на плечах гигантов» (И. Ньютон) -Маха, Пуанкаре, Лоренца.

[6] Здесь “тире” между именами отдельных творцов НКМ означает явные кооперативные связи в их творчестве.

НКМ, сформулированной на математическом языке теории линейных самосопряженных операторов, ее матричный и волновой варианты, в свою очередь, являются *фрагментными* теориями. Отсюда следует, что дальнейшее обобщение квантовой теории Гейзенберга и Шрёдингера привело к *переформулировке* ее теоретической программы на новую, включающую принципы квантования, суперпозиции, эволюции состояний, дополнительности и фундаментальной роли измерительного прибора, и "изобрело" новые фундаментальные конструкты: "квантовый объект", "квантовое состояние" и др.

После того как "выстроили в ряд" все "h"-одноконстантные[1] квантовые теории, можно заключить, что их статус в системе *развивающегося* знания (квантовой механики) *относителен*: феноменологическая конструкция М. Планка, содержа в своей структуре фундаментальное понятие "квант энергии", квантовый принцип и фундаментальную постоянную — h, претендовал на статус научной теории[2]. Комплексные теории А. Эйнштейна, Л. де Бройля[3] и метафорическая теория (модель атома) Н. Бора также изначально претендовали на статус фундаментальных теорий, что впоследствии с развитием квантовой механики было отвергнуто. Таким образом, относительность статуса этих теорий можно рассмотреть (и объяснить) в двух аспектах: во-первых, в процессе становления еще не оформившейся теории; тогда они претендуют на статус научных теорий, а на самом деле — это лишь "кажимость" (Гегель), т.е. в онтологическом плане: форму проявления сущности (комплексную или гибридную теории) выдают за сущность (фундаментальную теорию); во-вторых, в процессе развития уже сформировавшейся теории: тогда определяется их истинный статус (феноменологической конструкции и т.д.). Можно и по-другому объяснить, хотя эти объяснения, как будет видно дальше, взаимосвязаны. Изменение статуса произошло потому, что сформированные с помощью умозрения в рамках этих теорий фундаментальные принципы позже были *ассимилированы* (попросту отобраны как готовые элементы теоретической программы) новой более развитой теорией (к примеру, НКМ Шрёдингера). Отсюда складывается *иллюзия,* что создание (точнее, выбор) нового математического формализма теории (волновое уравнение Шрёдингера, алгебра матриц Борна-Йордана, теория преобразований в

[1]К ним относятся, кроме квантовой механики, гравитационная теория Ньютона ("G") и специальная теория относительности "C".

[2]Отождествление феноменологической конструкции с научной теорией является той незаконной процедурой, которая приводит к *подмене* менее развитой формы знания — феноменологической конструкции более развитой — научной теорией (*индуктивизм* Милля, Маха и др.).

[3] *Подмена* фундаментальной теории комплексной теорией приводит к *конвенционализму* Пуанкаре, Дюгема и др.

гильбертовом пространстве и т.д.) равносильно построению самой теории[1], иначе говоря, происходит *отождествление* теории с ее математическим аппаратом.

Смена большинства этих теорий вызвана возникновением в их структуре *парадоксов*: эмпирического, теоретического, селективного и теоретико-эмпирического — которые чреваты *выбором* для своего разрешения, использующих различные селективные критерии (в том числе философских принципов). В некотором смысле *филогенез* рассмотренных ранее нами "h"-одноконстантных квантовых теорий (точнее подтеорий) с точки зрения принципа развития, включая матричный и волновой варианты квантовой теории, в общем целом составляет (образует) *онтогенетический* аспект обобщенной НКМ[2].

ГЛАВА 6. ПОПЫТКА ПОСТРОЕНИЯ БИФУРКАЦИОННО-АТТРАКТОРНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ НКМ И ОТО)

В начале нашего исследования, подвергая к анализу теорию фотоэффекта А. Эйнштейна, мы вскользь заметили, что его научное творчество испытало своеобразную "бифуркацию": тем самым прозрачно намекнув на синергетический характер креативных процессов в научном познании. Развивая эту мысль в синергетическом направлении, можно утверждать, что теория, являясь упорядоченной организацией системы научного знания, в некотором смысле, должна подчиняться закономерностям таких систем. Это, во-первых. Во-вторых, научная теория как относительно замкнутая понятийная система относится так называемым автопойэзисным системам и проходит по "ведомству" т.н. кибернетики второго порядка (Х. Матурана, Ф. Варела и др.), которой присущи автономность, внутренняя связанность, самореферентность, самосохраняемость и др. свойства. Процесс формирования НКМ в фило-, онтогенетическом аспекте хорошо укладывается в нее. Так, НКМ являлась упорядоченно организованной системой научного знания, обладает

[1] Происходит *подмена* теории ее теоретической схемой, ведущая к *фальсификационизму* Поппера и др.

[2] Другими словами, меняются местами онто-, филогенетические аспекты формирования квантовых теорий, т.е. в данном случае, филогенез квантовых подтеорий оказался внутри онтогенеза НКМ, что косвенно подтверждает их статус нефундаментальных теорий. В процессе филогенеза фундаментальных физических теорий статус НКМ как фундаментальной теории определяется ее местом между ОТО Эйнштейна и становящейся в наше время ТЭЧ, иначе говоря, статус теории зависит от своеобразной методологической "системы отсчета", связанного с "координатами" готового (ставшего) или становящегося научного знания (научной теории).

характерными свойствами автопойэзисной системы. Как самосохраняющаяся система НКМ представляет собой внутренне (циклично) связанные «самоорганизующиеся» подсистемы, плод коллективного разума создателей квантовой теории (М. Планка, Н. Бора и др), где предыдущая подсистема создает *условия* развития для последующей подсистемы (например, теория дуализма волны-частицы Л. де Бройля для развития квантовой волновой механики Э. Шрёдингера); причем, последняя подсистема в онтогенезе НКМ *поддерживает* первую (например, феноменологическую конструкцию М. Планка, т.е. его теоретический квантовый принцип и конструкт «квант энергии» и фундаментальную постоянную — "h"), так, что, сохраняя друг друга, подсистемы, т.е. подтеории *защищают* весь онтогенез (цикл) становления НКМ. Поэтому НКМ как самосохраняющаяся система оказывается *самореферентной*.

Вообще говоря, такое понимание автопойэзиса в рамках второй кибернетики, по мнению ученых-кибернетиков (С. Бир, Х. Матурана, Ф. Варела, Н. Луман, М. Маруяама и др.) не противоречит синергетике. Здесь сделаем некоторое уточнение. Методологический потенциал второй кибернетики, на наш взгляд, главным образом применим по отношению к сформировавшейся (ставшей) теории, ибо она обладает теми характерными чертами автопойэзисной системы как *замкнутость* (автономность) и *самосохраняемость* теоретической программы как «жесткого ядра» (И. Лакатос) научной системы, внутренняя *связанность* всех компонент последней (эмпирических данных, теоретических конструктов и т.д.). А по отношению к формирующейся (становящейся) теории (по отношению НКМ в ретроспективной реконструкции ее становления) применим, если можно так предположить, глобальный гештальт, если хотите, познавательная модель — парадигма *синергетики*. Вот почему: становящееся знание (теория как основная структурная единица научного знания) принципиально открыто, т.е. интенсивно обменивается информацией с научной средой, достаточно нелинейно (паттерны нелинейности определяются главным образом спецификой умозрительного исследования, т.е. ее творческим характером) и как бы находится вдали от «равновесия», определяемой известной удаленностью (или асимметрией) эмпирии от теории или, наоборот, теории от экспериментальной верификации или фальсификации[1].

[1] В этой связи мы хотим заметить, что данный синергетический подход к становящемуся знанию, также и кибернетический (второго порядка) к ставшему знанию носит во многом метафорический (гипотетический) характер: потому и возможно прямое «механическое» употребление некоторых синергетических (и кибернетических) понятий к эпистемологическим процессам, т.к. это связано с периодом узнавания и именования в области, где будем определять границы и возможности синергетического (и

Следовательно, из изложенного выше нашего уточнения понятно, что исходим из жесткой дихотомии (различения) готового и становящегося знания, т.к. по отношению к ним (и в анализе их динамики и структуры) приложимы разные методологические (новокибернетическая и/или синергетическая) установки.

Синергетика, исследуя вопросы взаимоотношения хаоса и порядка, является перспективной в применении к научному познанию как диссипативному процессу. Однако, как мы постараемся показать, что задача заключается, прежде всего, в раскрытии эпистемологического значения таких фундаментальных понятий как "бифуркация" и "аттрактор", "энтропия" и "негэнтропия" и др.

С точки зрения термодинамики материальная система стремится к переходу от менее устойчивого состояния к более устойчивому состоянию и, в конечном счете, к достижению максимального устойчивого (при данных условиях) состояния. Это стремление системы проявляется в двух противоположных направлениях в зависимости от характера ее замкнутости или открытости по отношению к внешним воздействиям: во-первых, замкнутая (изолированная) система стремится к максимальному хаосу (известная модель "тепловой смерти" Вселенной в термодинамике); и, во-вторых, открытая система стремится к порядку, т.е. некоторой упорядоченности при определенных условиях ("химические часы" Белоусова). Как известно, что мерой беспорядка (хаоса) в термодинамике служит величина, называемая энтропией S, а мерой порядка (организации) — негэнтропия, или информация I. Отсюда, замкнутая система подчиняется закону возрастания энтропии (второе начало термодинамики), а открытая система — в законе ее уменьшения, т.е. увеличения негэнтропии (за счет работы, произведенной над системой внешней средой). Пока на этом остановимся, говоря о термодинамических основаниях синергетики.

Возвращаясь к становящемуся научному знанию как своеобразной синергетической модели познания, можно заметить, что формирующаяся теоретическая система (открытая теоретическая система) в ходе своего развития может стать замкнутой системой научного знания в случае экспериментальной верификации в границах ее применимости. Причем точная проверка становящегося знания, т.е. теоретической гипотезы возможна лишь на основе сочетания верификации с процедурой фальсификации[1]. По отношению к научной теории замкнутость означает

новокибернетического) разума.

[1] Абсолютизация каждой из этих процедур приводит к их ошибочному противопоставлению, т.е. принципа верификации неопозитивистов (см.: Schlick M. *Allgemeine Erkenntnislehre.* Berlin, 1925) принципу фальсификации Поппера (см.: Popper K. *The Logic of Scientific*

изоляцию ее теоретической программы от «вторжения незванных гостей», иначе говоря, от противоречащих ей других теоретических принципов (и конструктов) и эмпирических фактов, которых она не примет; потому, что сформировавшаяся теория в границах своей применимости самодостаточна (окончательно выбрана опытом). Таким образом, границы применимости теории, т.е. области ее объяснения и предсказания определяют изоляцию от научной (теоретической) среды. Отсюда, надо думать, что "незванные гости" (теоретические принципы, конструкты и непредвиденные (в том числе случайные и фундаментальные) эмпирические факты и т.д. образуют потенциальную область опровержения (фальсификации) последней.

Вообще говоря, открытость и замкнутость любых (материальных или идеальных) систем зависит от изоляции от среды; причем ситуация осложняется тем, что грань между замкнутой и открытой системами (включая идеальную теоретическую) не абсолютна: с одной стороны, замкнутая система может стать открытой вследствие нарушения ее изоляции (по отношению к теоретической системе в случае ее фальсификации или, по Т. Куну, возникновения в парадигме «аномалии» и т.д.); с другой стороны, открытая система может стать замкнутой вследствие изоляции ее от среды (в случае опытного подтверждения теоретической гипотезы, т.е. превращения гипотезы в достоверную теорию).

С точки зрения теории диссипативных систем, развитие есть рост степени *синтеза порядка и хаоса*, обусловленный стремлением к *максимальной устойчивости*[1]. Общность этого понятия развития объясняется тем, что в его определении использованы понятия порядка, хаоса и устойчивости, универсальность которых не подлежит сомнению. Стало быть, такое представление о развитии применимо в эпистемологии; так как становящемуся (а не ставшему) научному знанию применимы, как ранее мы показали, все паттерны синергетического мировидения: открытость, нелинейность, неравновесность и т.п. Все сказанное выше представляет собой, главным образом, феноменологическое описание синергетического механизма развития, а в тени остается сущностное, т.е. эссенциальное объяснение этого механизма. В основе последнего, если предположить лежит универсальный процесс отбора, то тогда для объяснения развития надо рассмотреть взаимодействие трех факторов: 1) тезауруса, 2) детектора и 3) селектора[2]. Если перевести эти три фактора на

Discovery. – London, 1959), в результате точная проверка становится невозможной.

[1] Бранский В.П. *Теоретические основания социальной синергетики* // *Вопросы философии.* 2000, № 4. С. 115.

[2] См. подробно: Бранский В. П. Указ. статья. С. 115.

эпистемологический язык, то будет это выглядеть так: 1) тезаурус — "сокровищница" ситуаций выбора (то, из чего производится выбор); 2) детектор — это субъект, осуществляющий выбор и 3) селектор-селективный критерий, с помощью которого выбор производится. Значит, эпистемологически выбор (онтологически отбор) представляет собой взаимодействие перечисленных выше факторов, причем может осуществляться спонтанно (или эмерджентно) или сознательно субъектным детектором.

Кажется очень заманчивым приложить понятия синергетики ко всем формам эмпирического, нефундаментального теоретического, умозрительного и фундаментального теоретического исследования и знаний, т.е. "притягивать их за уши", находить в них "хаос", "аттракторы" и "бифуркации" и другие атрибуты самоорганизации, думается, что, это неблагодарное занятие, ибо в итоге мы пришли бы к концепции некоей селективной машине-автомату[1], "печатающей" научные открытия при минимальном участии разума человека-исследователя. Действительно, как мы уже показали, анализируя процессы становления НКМ и других физических теорий, что дело обстоит далеко не так. Как свидетельствует практика научного поиска, систематическая, во многом рутинная, исследовательская работа сочетается кратковременной "вспышкой" интуиции ученого, перестраивающей его гештальт мировидения ("гештальт-переключение") в результате у многих членов научного сообщества "пелена спадает с глаз" (Т. Кун) и старая проблема видится в новом свете. Такое мгновенное ("молниеносное") озарение, другими словами, "ага-переживание»"(или "инсайт" и т.п.) человеческого ума, являясь результатом игры его творческого воображения выходит за рамки эмпирического уровня исследования (опыта), но не относится к теоретическому уровню исследования, ибо теоретическое исследование коррелируется эмпирическим исследованием. Следовательно, творческое воображение — это ядро умозрительного исследования формирующейся теории. Однако, сформировавшаяся теория как "готовое к употреблению" знание, создает устойчивую иллюзию существования двухуровневого (эмпирического и теоретического) развития научного знания[2].

[1] Селективной, т.е. творческой, а не логической и неалгоритмической машине-автомату, обладающей "нелинейной природой". Эту своеобразную "homo-neoavtomaticus" нельзя сравнить с логической машиной типа машины Р. Луллия, делающей возможной "логику открытия", т.к. селекция диаметрально противоположна дедукции (их природа контрарна). Следовательно, неизбежность селекции и запрещает "логику открытия", поскольку процедура селекции не является логической (алгоритмизируемой) операцией.

[2] В отечественной методологической литературе традиционная двухуровневая концепция развития научного знания представлена в работах Н.К. Вахтомина, Ю.П. Ведина, П.В. Копнина, В.А. Лекторского, В.С. Швырева и др., а в зарубежной – в основном, в

Однако, существует, как мы не раз упоминали ранее, более развернутая трехуровневая (даже четырехуровневая, включая нефундаментальное теоретическое исследование) концепция В.П. Бранского[1], согласно которой анализ противоречивых тенденций (перечисленных нами ранее парадоксов) в формировании научной теории свидетельствует о том, что теоретическое знание является таким видом умозрительного знания, которое дает (в данной предметной области) объяснение известного эмпирического знания и предсказание нового эмпирического знания. Такая противоречивая природа теоретического знания связана с тем, что эмпирическое знание (например, феноменологические конструкции типа Рэлея-Джинса, Ридберга и др. в НКМ) опирается на определенный опыт (экспериментального изучения излучения абсолютно черного тела), а умозрительное выходит за рамки этого опыта (квантовые представления М. Планка и др.). Благодаря этому теоретическое знание оказывается своеобразным синтезом противоположностей: эмпирического и умозрительного знаний[2].

Возвращаясь к синергетической реинтерпретации научного исследования, можно утверждать, что наиболее приемлемой в этом отношении является умозрительное исследование. К нему приложимы понятия теории диссипативных структур, как хаос, бифуркация, негэнтропия, аттрактор и др. Надо признать, что наша попытка экстраполяции этих понятий, теперь уже ставших междисциплинарными (общенаучными), на умозрительное исследование и умозрительное знание связана с тем, что в последних в некотором смысле существует

позитивистских исследованиях. Вообще говоря, это не вызывает удивления, ибо они подвергли логико-методологическому анализу, главным образом, готовое научное знание, а не становящееся.

[1] См.: Бранский В. П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых понятий.* Гл. II. Эту точку зрения разделяют В.Э. Войцехович, В.Р. Ирина, А.С. Кармин, И.С. Кузнецова, А.А. Новиков, К М. Оганян и др.

[2] Упомянутые ранее в сноске 6 отечественные и зарубежные авторы не смогли адекватно объяснить происхождение теоретического знания вследствие отрицания существования умозрительного уровня исследования и умозрительного знания. Тем самым была возведена искусственная стена между эмпирическим и теоретическим уровнями исследования и видами знания, ибо при этом была разрушена естественная связь, соединяющая эти уровни исследования и виды знания — умозрительное исследование и умозрительное знание. Иначе говоря, иллюзия двухуровневой концепции развития научного исследования и научного знания вполне объяснима. Происхождение этой иллюзии коренится, на наш взгляд, в способе изложения (или публичного представления) полученных результатов в научной (в особенности, учебной) литературе, где игнорируются способы получения этих результатов. Заметим, однако, что ретрореконструкция формирования какой-либо научной теории возможно, как мы уже показали на примере НКМ, в ходе синтеза методологического и историко-научного знаний, что дает возможность исследователю — методологу "заглянуть в интимные уголки творческой лаборатории" (включая эпистолярное наследие) творцов науки.

"абсолютная" свобода творчества в умозрительном конструировании различных комбинаций идей, наглядных образов, понятий и принципов из компонент старого знания. Но умозрительное исследование приводит к таким астрономическим значениям числа этих комбинаций, что выбор (из астрономического количества возможных конструктов) существенно новой теории, содержащей, однако, старую как частный случай, становится неосуществимым. Значит, так называемый «селективный парадокс», связанный с данным обстоятельством, воплощает в себе некоторый аналог эпистемического хаоса идей, наглядных образов, конструктов и принципов[1]. Безусловно, подавляющее большинство (даже если не полностью) из них составляет бесплодные комбинации, но вместе с тем можно утверждать, что при максимальном расширении этого хаотического тезауруса вероятность появления в нем «плодоносной» идеи может достичь значения достоверности. Это означает достижение того состояния креативного эпистемического хаоса, когда идеи как бы «витают в воздухе». Остается лишь, как подсказывает здравый смысл, поймать исследователю из числа этих идей самую продуктивную, т.е. способную объяснить существующее эмпирическое знание и предсказать новое (проверяемое на опыте). Но для этого, как мы показали во второй части нашего исследования, одной интуиции мало: надо привлечь к поимке за хвост "жар-птицы" метатеоретические, теоретические и др. селекторы. Имеются в виду здесь, во-первых, ограничение множества идей с помощью философских (метатеоретических) принципов, т.е. используются селективные возможности мировоззрения исследователя; во-вторых, в дальнейшем выборе прибегают к помощи теоретических парадоксов, возникающих при переходе из нефундаментального теоретического исследования к умозрительному исследованию, в качество селекторов отбора; в-третьих, отбирается такая идея (принцип), которая допускает не только качественную, но и количественную формулировку (в данном случае — селекторами являются математические аксиомы) и, в-четвертых, окончательный выбор принципа делается методом проб и ошибок, т.е. постановкой реального эксперимента по проверке гипотезы. Стало быть, нет однозначных критериев выбора (селекторов), а

[1] Вообще говоря, этот потенциальный и актуальный хаос идей, наглядных образов и представлений, конструктов и принципов может существовать на бессознательном психическом уровне в нерасчлененном (синкретическом) виде, иными словами, образуя некие "кентавроподобные" комбинации эпистемических образов, сталкивающихся аналогично демокритовским атомам, в подсознании человека. Когда этот хаос, переходя на уровень сознательного, упорядочивается, то, надо полагать, "кентаврообразы" "разлагаются" на наглядные представления и конструкты (и принципы). Таким образом, как бы хаотическая структура испытывает своеобразную бифуркацию, разветвляясь на наглядные и понятийные образы.

существует определенная иерархия этих селекторов, в которой, с одной стороны, решающую роль играют философские принципы, определяя общую стратегию научного поиска и, с другой стороны, — реальный эксперимент, опыт (практика в целом), являясь, если не менее, то более, решающим арбитром в нем. Но вместе с тем, промежуточные селекторы-парадоксы и аксиомы — определяют конкретную тактику в поиске эффективного варианта исходного принципа формирующейся теории.

Возвращаясь к синергетической реинтерпретации умозрительного исследования (и умозрительного знания) можно заметить, что последние как диссипативная система должна, так сказать, импортировать негэнтропию (информацию) из "внешней среды", другими словами, из существующего эмпирического и старого теоретического знаний, используемых в качестве своеобразного эпистемического "сырья" для "свободного изобретения" (Эйнштейн) множества умозрительных комбинаций[1]. Нам думается, что такое "производство" умозрительных вариантов исходных принципов имеет критическое ("пороговое") значение, при достижении которого происходит качественный скачок в развитии умозрительного исследования (и умозрительного знания) — бифуркация, т.е. разветвление исходного «качества» старого (эмпирического и теоретического) знания на новые «качества», иными словами, спонтанное формирование новых наглядных представлений и теоретических понятий (и принципов). Число ветвей, исходящих из данной бифуркационной точки, определяет набор возможных основополагающих программных принципов всех потенциальных научных теорий. Таким образом, при бифуркации умозрительного исследования (и умозрительного знания) происходит, по выражению П. Фейерабенда, пролиферация теорий. На наш взгляд, подобную бифуркацию испытала в своем становлении квантовая механика. Имеем в виду то, что старая квантовая механика в своем развитии разветвилась на волновой (Э. Шрёдингер) и матричный (В. Гейзенберг и др.) варианты НКМ. При этом точкой разветвления будущей НКМ, по нашей мысли, явилась не полуклассическая модель атома Бора, а упомянутая нами в основном тексте гипотеза Бора-Крамерса-Слэтера (БКС). Выдвижение гипотезы БКС (1924 г.) было связано с трудностью объяснения экспериментально установленного непрерывного спектра β-распада, это с

[1] В связи с негэнтропией (информацией) в умозрительном исследовании можно заметить, что если она чрезвычайно низкая, то такое умозрение бесплодно (среди множества умозрительных комбинаций нет эффективной комбинации), а если, наоборот, слишком высока негэнтропия в нем, то умозрение тоже неэффективно, ибо в нем чрезвычайно много бессмысленных и спекулятивных комбинаций (возникает нечто похожее на "хаотический шум", в котором нельзя отличить не только эффективный вариант от неэффективных, но и осмысленных от бессмысленных).

одной стороны, а, с другой стороны, она возникла в связи с проблемой согласования гипотезы квантов с классической электродинамикой Максвелла. Суть данной гипотезы заключается в том, что в квантовых явлениях закон сохранения энергии носит якобы статистический характер. Но вскоре стало ясно, что она является ложной и была отброшена. Но в то же время дискуссия, разгоревшая между ведущими физиками вокруг неё (в частности, между Бором и Паули), мощно продвинула квантовую теорию в сторону построения её матричного варианта Гейзенбергом и др. Следовательно, гипотеза БКС, согласно синергетической познавательной модели, явилась бифуркационной точкой развития (тем самым выбора пути) квантовой теории[1].

Вообще говоря, можно утверждать, становление квантовой теории как любой другой научной теории представляет собой замечательный "каскад" локальных и глобальных бифуркаций. Это не удивительно. Дело в том, что как ранее мы показали, что НКМ представляет собой последовательное восхождение от феноменологической конструкции М. Планка (квантовой гипотезы), через корпускулярно-волновой дуализм света А. Эйнштейна (комплексную теорию фотоэффекта), полуклассическую модель атома Н. Бора (метафорическую теорию строения атома), корпускулярно-волновой дуализм вещества Л. де Бройля (метафорическую теорию "волн материи") к матричному варианту Гейзенберга и др. и волновому варианту Э. Шрёдингера (по отношению к НКМ они являются фрагментными теориями). Далее: это восхождение завершается переформулировкой НКМ на математическом языке самосопряженных операторов (П. Дирак и др.). Каждой из перечисленных выше квантовых подтеорий (по В.С. Степину, частных теоретических схем фундаментальной теории) была характерна своя умозрительная пролиферация при их становлении. Последняя является как бы основанием их локальных бифуркаций.

Как известно, выстраиваемый нами каскад бифуркаций берёт свое

[1] С точки зрения синергетического подхода научные революции (подобной НКМ) можно рассматривать как «точки бифуркации» в развитии науки (См.: Степин В. С. *Научные революции как точки бифуркации в развитии знания // Научные революции в динамике культуры*. – Минск, 1967. С. 38–76). Эти революции связаны с выбором между конкурирующими альтернативами, радикальным поворотом в науке. В предреволюционный период, так сказать, в условиях революционной ситуации, когда одни теории "не хотят", а другие "не могут", тогда происходит пролиферация (формирование множества умозрительных концепций) концепций и теорий. Значит, так сказать, умозрительная пролиферация характеризуется в целом дивергенцией умозрительных принципов, т.е. в ней преобладают дивергентные тенденции, приводящие к бифуркациям. Если же вернуться к НКМ, то можно заметить, что она испытала еще одну глобальную бифуркацию, связанную с её интерпретацией (копенгагенской и классически ориентированной) и нашедшей отражение в знаменитой дискуссии Бора с Эйнштейном (См.: Бор Н. *Атомная физика и человеческое познание*).

начало с открытия Г. Кирхгофом (2 октября 1859 г.) темных фраунгоферовых линий Д в солнечном спектре, которые становятся еще темней, если на пути лучей Солнца поместить пары горящего натрия[1]. От этого открытия как локальной бифуркационной точки тянется ветвь, приведшая через спектроскопию Бунзена к открытию спектральных серий Бальмера и др. Причем между ними наблюдается *кооперативное* влияние по линии спектрального анализа вещества. От открытия Кирхгофа тянется вторая ветвь, в некотором смысле *конкурирующая* с первой, к открытию закона излучения черного тела В. Вина, причем эти два открытия связывает кооперативный эффект. Если далее выстраивать, то получается следующая картина: от открытия Вина линия кооперативного влияния по изучению излучения черного тела как бы "расщепляется" на две ветви, ведущие к гипотезе квантов М. Планка и теории фотоэффекта А. Эйнштейна. Последних можно соединить линией кооперативного эффекта. Таким образом, получится *треугольник кооперативного* взаимовлияния, приведший Эйнштейна к открытию световых квантов. От этой локальной бифуркационной точки идут линии *кооперативного* влияния к открытию "волн материи" Л. де Бройля и к волновой механике Э. Шредингера. Своеобразный треугольник кооперативного взаимовлияния "Эйнштейн-Л. де Бройль-Шрёдингер" показывает ту эвристическую роль, которую Эйнштейн сыграл в переходный период становления квантовой волновой механики. От "центральной" бифуркационной точки — гипотезы квантов Планка разветвление идет к уже упомянутому открытию Эйнштейна и полуклассической модели атома Н. Бора. Последний, безусловно, испытал на себе влияние со стороны Планка и Бальмера его (обобщённой формулы) и др.[2] В свою очередь, Бор как идейный вдохновитель несомненно повлиял на молодого В. Гейзенберга в его открытии матричного варианта квантовой механики. Выше мы уже писали о гипотезе БКС, послужившей *глобальной бифуркационной точкой* разветвления будущей НКМ на матричный и волновой варианты, до поры до времени конкурировавших между собой. Таким образом, можно предположить, что *наложение (суперпозиция)* кооперативных (и

[1] Мы склонны считать, что само это открытие является результатом "супербифуркации", которая "зрела" подспудно произошла в Европе за последние четыре месяца 1859 г. и положила начала фундаментальным открытиям в физике (ОТО и НКМ) и биологии (эволюционное учение). Так, 12 сентября 1859 г. французский астроном Леверье в академии наук представил доклад о необъяснимом смещении перигелия Меркурия; 24 ноября этого же года вышла из печати книга Ч. Дарвина "Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь". В промежутке между ними произошло открытие Кирхгофа, приведшее к созданию НКМ.

[2] В основном тексте уже мы писали о том, что когда Бор увидел комбинационный принцип Ритца, ему все стало ясно. В формуле Ритца Бор разглядел формальный гештальт для своего теоретического закона, который вскоре им был открыт.

конкурентных) тенденций в коллективном творчестве ряда выдающихся физиков (как "коллективного теоретика") обусловило как *глобальный детектор*[1] становление НКМ. Собственно говоря, нам кажется, что этот детектор является тем управляющим (координирующим) механизмом, который превращает совокупного субъекта познания в *коллективного теоретика* в науке.

Если дальше развить эту мысль, то можно придти к нижеследующему представлению. Рассмотрим взаимодействие (и взаимовлияние) исследователей, работающих в одной и той же предметной области и "бьющихся" над решением одной и той же проблемы, но представляющих разные школы. Принадлежность ученых к какой-либо научной школе определяется, на наш взгляд, их общими познавательными идеалами. Отсюда следует, что взаимодействие (и взаимовлияние) научных работников в рамках одной школы или разных школ в общем случае представляет собой столкновение противодействующих познавательных идеалов, часть из которых находится в состоянии *конкуренции*, а другая — *кооперации*. Конкуренция исследователей (и научных школ) означает то, что они руководствуясь разными, порою, противоположными познавательными идеалами (и нормами), осуществляют эпистемологическую деятельность в одной и той же предметной области в различных и даже противиположиных направлениях, тогда как под кооперацией имеется в виду эпистемологическая деятельность в одном направлении под влиянием одних и тех же идеалов (и норм) исследования, иначе говоря, совместная деятельность. "Поскольку деятельность, — пишет В.П. Бранский, — по-древнегречески звучала как "энергия", то совместная деятельность получила название "синергия""[2]. Вообще говоря, границы между конкуренцией и кооперацией подвижны и переходят друг в друга как противоположности. Так, например, вначале матричная и волновая формулировки квантовой механики конкурировали между собой, но вскоре Шредингером и др. была показана их тождественность. Позже этот кооперативный эффект был использован при переформулировке квантовой теории в НКМ (в частности, были объединены их исходные программные принципы как принцип квантования Гейзенберга, принцип шредингеровского детерминизма и т.д.). Или другой пример. Во время геттингенского семинара (в конце июня — в начале июля 1915 г.) Эйнштейн, как он говорил сам: "увидел и полюбил Гильберта...", — с последним при поиске уравнения гравитационного поля сотрудничал, а

[1] О детекторе см.: Бранский В.П. *Теоретические основания социальной синергетики*, С. 116.

[2] Именно это обстоятельство дало повод назвать теорию диссипативных структур (Пригожин И. , 1968 г.) синергетикой (Хакен Г. , 1973 г.), хотя как замечает В.П. Бранский, первый термин, несомненно, является более точным (См.: Бранский В.П. Указ. статья. С. 116).

чуть позже (уже в ноябре) на решающем этапе этого поиска они явно конкурировали между собой[1]. Так, незаметно для себя мы перешли к рассмотрению кооперативных и конкурентных взаимодействий (и взаимовлияний), которые наблюдались при становлении другой великой научной теории XX века — ОТО.

Наиболее яркое проявление взаимодействия (и взаимовлияния) кооперативных и конкурентных тенденций в становящейся ОТО как диссипативной системы наблюдалось в период с 1911 г., т.е. с известной пражской статьи А. Эйнштейна "О влиянии силы тяжести на распространение света", по 1913 г. (23 сентября с.г., в Вене перед Обществом естествоиспытателей Эйнштейном был прочитан доклад по сравнительному анализу теорий тяготения Г. Нордстрёма, М. Абрагама и Г. Ми). Указанные в скобках теории возникли под непосредственным влиянием пражских статей Эйнштейна 1911 г., стало быть, наблюдаем вначале кооперативную тенденцию, в последствии (1913 г.) переросшую в конкуренцию с теорией тяготения Эйнштейна-Гроссмана (Э-Г). Кооперативная тенденция теории тяготения Абрагама проявилась в генерализации теории Эйнштейна с переменной скоростью света (в последнем обстоятельстве в отчасти заключался момент конкуренции) в статистическом гравитационном поле на нестатистическое поле; в теории тяготения Нордстрёма — включении принципа эквивалентности в теорию относительности с постоянной скоростью света (также момент кооперации). Что касается теории тяготения Ми, то она с самого начала оказалась ложной теорией и, таким образом, не выдерживала какой-либо конкуренции с этими теориями. В свою очередь, в первом варианте теории тяготения Нордстрёма потенциальная гравитационная энергия Ф уже не зависела от скорости света С (переменной величины), но вместе с тем зависела от него (при постоянной С) уже масса (момент конкуренции с теориями Эйнштейна и Абрагама). А что касается второго варианта теории Нордстрёма, то мы уже писали в основном тексте о формировании ОТО о том, что он казался вначале подлинной альтернативой теории Э-Г, но вскоре Эйнштейн в сотрудничестве с Фоккером сумели показать, что этот вариант на самом деле является не альтернативой, а *фрагментной* теорией по отношению к последней[2]. Таким образом, вполне благополучно завершился для гибридной (метафорической) теории

[1] Подробности этих отношений и их коллизию см.: Пайс А. *Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна*. С. 251 и далее. Также см.: "Глава IV. Берлинский этап становления ОТО" данного научного издания. Наиболее ярким примером перехода кооперативных тенденций в конкуренцию наблюдается в процессе становления СТО, но об этом мы уже писали в главе III: "Методология А. Эйнштейна и выбор принципов СТО" данного исследования.

[2] Подробно см.: Главу IV данного исследования ("Венский период ОТО").

тяготения Э-Г период умозрительной пролиферации, инициированной в своем роде *глобальной бифуркацией*. Можно утверждать, что в данном случае не обнаруживается (как было в квантовой механике) подлинная суперпозиция взаимодействующих тенденций кооперации и конкуренции со стороны Абрагама, Нордстрема и Ми. Это лишний раз свидетельствую ет о том, что Эйнштейн в действительности является единоличным создателем ОТО в плане становления ее качественной программы (создания исходных программных принципов и их выбора в качестве теоретической программы формирующейся ОТО и на основании последней выбора математической формы ее теоретического закона).

Теперь обсудим проблему становления количественной программы ОТО с точки зрения взаимодействия (и взаимовлияния) кооперативных и конкурентных эффектов и их последующий суперпозиции. Эта суперпозиция и её результат будут зависеть от вклада каждого участника этого грандиозного формального метаисследования по поиску математического аппарата ОТО, который продолжался в течение 3,5 лет (начинается оно с Цюриха вместе с М. Гроссманом и завершается в Берлине 25 ноября 1915 г.). На цюрихском этапе становления математического формализма будущей ОТО, безусловно, решающий вклад в это дело сделал личный друг Эйнштейна М. Гроссман[1], так как в то время он не знал о работах Римана, Риччи и Леви-Чивиты. Если считать (то же, что предположить) формальное метаисследование, проведенное Эйнштейном в кооперации с Гроссманом, диссипативной системой, то "управляющим параметром", характеризующим поиск общековариантных уравнений являлось рассмотрение дифференциальных инвариантов и дифференциальных ковариантов квадратичной формы: $ds^2=g_{\mu\nu}dx^{\mu}dx^{\nu}$. Далее: так сказать, *локальная бифуркация* этой диссипативной структуры приподнесла Гроссману (и Эйнштейну) "четырехзначковый символ Кристоффеля" и тензор Риччи (или Римана-Риччи) — основной элемент фундаментального уравнения ОТО). В дальнейшем их поиске роль «управляющего параметра» играл уже $\Gamma_{\mu\nu}$ — контравариантный тензор второго ранга, образованный из производных фундаментального тензора. При этом Эйнштейн с Гроссманом, мы об этом писали ранее, допустили

[1] Эйнштейн в начале цюрихского периода, т.е. до встречи с Гроссманом не подозревал о существовании римановой геометрии. (Под влиянием студенческих лекций Гейзера свой выбор он остановил на гауссовой теории поверхностей. Тем самым Эйнштейн отказался от плоской евклидовой геометрии, ибо она не соответствует законам расположения твердых тел вследствие лоренцева сокращения. Без отказа от геометрии Евклида, по его словам, был бы невозможен и решительный шаг к общековариантным уравнениям). Подробности сотрудничества Эйнштейна с Гроссманом см: также: "Цюрихский этап становления ОТО" данного издания.

досадную ошибку, предположив, что уравнения гравитационного поля могут быть инвариантными лишь относительно линейных преобразований. Последнее ограничение Эйнштейн обосновал доказательством единственности гравитационного лагранжиана (октябрь 1914 г.). Безусловно, здесь сыграл свою "злую" роль незнание Эйнштейном не только тождеств Бьянки, но и некоторых свойств тензора Риччи. На последние были указаны Леви-Чивитой в их переписке в 1915 г. Эта статья завершала, так сказать, "старую ОТО" с вышеозначенными предрассудками типа "физических доводов" (А. Пайс) и ошибками, характерными для познавательного процесса. Они лишний раз подкрепляют наш тезис о нелинейной, открытой, синергетической природе *формирующейся* (а не готовой) научной теории. Отказ Эйнштейна от метафорической (гибридной) теории Э-Г в пользу ноябрьской 1915 г. "новой ОТО", т.е. его переход от «частичной» ковариантности уравнений ОТО к их общековариантности означал начало новой *глобальной бифуркации* в поиске математического формализма будущей ОТО. Эта новая бифуркация, в свою очередь, "состоит" как бы из четырех *локальных бифуркаций* (что самое замечательное и любопытное), нашедших отражение в четырех ноябрьских статьях (от 4 по 25 ноября 1915 г.). К последним предшествовало формальное метаисследование, проведенное Эйнштейном в кооперации с Фоккером, которое вывело их, так сказать, на формальный "аттрактор": $R=\text{const}\cdot T$, где $R=g^{\mu\nu}R_{\mu\nu}$ — скаляр кривизны, полученный из тензора Риччи $R_{\mu\nu}$.

Здесь не будем подробно останавливаться на каждой из этих ноябрьских статей, выходивших из печати с интервалом в одну неделю (они нами рассмотрены в основном тексте), но, вместе с тем, заметим, что основным математическим селектором, обусловивший отбор основного уравнения ОТО явилось требование более *общей ковариантности* уравнений гравитационного поля. Собственно говоря, если данное формальное метаисследование будем рассматривать "как математическую диссипативную структуру", то "управляющим параметром", приведшим к первой локальной бифуркации, были так называемые унимодулярные преобразования, которые значительно упрощают операции над тензорами. Таким же параметром, приведшим ко второй бифуркации был скаляр $\sqrt{g}=1$, которому должны были удовлетворять тензорные уравнения гравитационного поля. Эта же скалярная величина сыграла ту же роль при определении в третьей статье численного значения для прецессии Меркурия за один оборот. В последней статье (т.е. в четвертой локальной бифуркации) она уже выполняет функцию математического селектора, посредством которого выбиралась удобная система координат.

Как известно, в отличие от Гильберта, Эйнштейн при выводе основного гравитационного уравнения не использовал вариационный принцип, как и не воспользовался четырьмя тождествами Бьянки (он попросту их не знал). В значительной степени последние обстоятельства затрудняли поиск им этого уравнения[1]. Поэтому, на наш взгляд, Эйнштейн "опоздал" на пять дней (!) в представлении основного своего результата в Берлинскую академию наук от Гильберта. Если судить по их ноябрьским письмам (по мнению Ф. Клейна, они "беседовали, не слушая друг друга..."), то можно допустить, что они сотрудничали (начиная с геттингенского семинара) до 20 ноября, а после наступила между ними «размолвка» (А. Пайс), т.е. кооперация перешла в конкуренцию.

Построение математического аппарата ОТО, по нашему мнению, результат коллективных усилий многих математиков и физиков, упомянутых и не упомянутых выше. Можно предположить, что становление количественной программы ОТО, в отличие от становления её качественной программы (тут Эйнштейн почти, что ее единоличный создатель, не считая вклад Маха и др.) — продукт *суперпозиции* усилий непосредственно Гроссмана (а через него, т.е. опосредованно — Римана, Риччи, Кристоффеля и др.), Леви-Чивиты (переписка с Эйнштейном в 1915 г.), Фоккера и Гильберта (а через него — Бьянки и др.). С учетом сказанного ранее, можно утверждать, что в этом наложении взаимодействующих усилий со стороны перечисленных выше математиков (и физиков), казалось бы, преобладают кооперативные тенденции, нежели конкурентные (только лишь со стороны Д. Гильберта, причем лишь после 20 ноября 1915 г. и имели они кооперативный эффект, так как он "открыл" основное уравнение ОТО независимо от Эйнштейна и другим путем, т.е. используя вариационный принцип), и потому синергетический эффект должен был бы усиливаться многократно за счет положительной обратной связи, но на самом деле получение основного уравнения ОТО задержалось на целых 3,5 года! Безусловно, здесь "виноват" цюрихский этап формирования количественной программы "старой ОТО", который сыграл в ней антиэвристическую функцию. Последняя, как мы уже знаем, заключалась в ошибочном предположении Эйнштейна-Гроссмана о том, что для уравнений гравитационного поля инвариантная группа должна быть ограничена только лишь линейными преобразованиями. Значит, "цюрихская" бифуркация по сравнению с "берлинской" в становлении математического аппарата ОТО имела отрицательный результат, усиленный многократно синергетическим эффектом. Если сопоставить достигнутые результаты обеих бифуркаций, то они отличаются друг от друга всего лишь тем, что в цюрихском

[1] Эйнштейн использовал закон сохранения энергии-импульса в качестве ограничения теории.

варианте уравнения отсутствует "только" второй член ($-1/2g_{\mu\nu}T$) в его правой части из-за ошибочного предположения, что он не содержит ньютоновское приближение. Отсюда можно сделать любопытное наблюдение: цюрихский этап ОТО и её берлинский этап по отношению друг к другу являются в некотором роде *фракталами* или *фрактальными* "объектами" (или структурами). Более того, нефундаментальное теоретическое исследование (комплексные, фрагментные и метафорические теории) и фундаментальное теоретическое исследование (фундаментальная теория), представленные в концепции эвристического реализма В.П. Бранского являются фрактальными структурами, обладающие свойством самоподобия или масштабной инвариантности. В концепции эвристического реализма В.С. Стёпина такими же фрактальными структурами являются фундаментальная и частные теоретические схемы.

Если уж быть корректным по отношению к сказанному выше, то *действительными* фрактальными "объектами" в эпистемологии являются, по нашему мнению, сменяющиеся друг друга старые и новые теории. Как известно, последние связаны между собой принципом соответствия, согласно которому математический формализм новой теории переходит (причем автоматически) в математический формализм старой теории при предельных значениях каких-нибудь фундаментальных постоянных (причем в границах применимости старой теории). Поэтому сменяющие друг друга теории в вышеозначенном смысле масштабно инвариантны между собой, но не в геометрическом смысле (ибо понятие фрактала впервые использовано Б. Мандельбротом по отношению к объектам "фрактальной геометрии природы"[1], а в структурно-математическом). Когда мы говорим о масштабной инвариантности, самоподобии, о том, что часть, т.е. старая теория (ньютоновская КТТ) в сказанном выше смысле подобна целому (эйнштейновскому ОТО), то эпистемологический статус понятий "часть" на этом фоне совершенно отличается от понятия части в пространственно-протяженном смысле. То же самое можно утверждать и по отношению к масштабной инвариантности между классической механикой и квантовой механикой. Также можно сказать, что классическая механика является "частью" СТО как предельный случай, когда скорость света стремится к бесконечности. Развивая эту мысль, подобно В. Гейзенбергу, в принципе можно спрогнозировать существование некоей фундаментальной физической теории (к примеру,

[1] Mandelbrot B. *The Fractal Geometry of Nature*. – N.Y.: Freeman, 1983. Данилов Ю.А. *Красота фракталов* // *Синергетическая парадигма* / Отв. ред. В.И. Аршинов и др. – М.: Прогресс-Традиция. 2000. С. 186–190. Тарасенко В.В. *Фрактальная геометрия природы: социокультурное измерение* // Указ. издание. С. 191–214.

теории элементарных частиц (ТЭЧ)), в которой, классическая механика СТО будут «частями» или «предельными случаями» (Гейзенберг)[1].

Стало быть, мы подошли к тому, чтобы, сформулировать, так скажем, фрактальную метатеорию физических теорий как "часть" глобальной синергетической парадигмы формирования, функционирования и развития фундаментального физического знания.

Резюмируя сказанное выше, можно показать, что линии предельных переходов между физическими теориями определяется взаимосвязями их фундаментальных групп преобразований (Галилея, Лоренца, Пуанкаре и Ли). Более того, переход к ещё более глубоким физическим теориям может быть связан с модификацией (и расширением) существующей фундаментальной группы (группы Ли при построении ТЭЧ). Вообще говоря, инвариантно-групповой смысл фундаментальных постоянных (к примеру, *c* — скорости света) заключается в том, что от них зависят структурные постоянные фундаментальных групп (если устремить *c* к бесконечности, то отношение групповых параметров, характеризующих скорости тел к постоянной *c* стремится при этом к нулю). Теоретико-групповой подход к физическим теориям несомненно является существенной составляющей в целом алгебраического подхода к физике[2].

Теперь вернемся к фрактальной метатеории физических теорий. Чтобы построить её, мы будем исходить из точки зрения, отстаиваемого акад. Л.А. Фаддеевым, который считает, что становление новых фундаментальных физических теорий связано с устойчивой деформацией концептуального физического ядра, т.е. классической физики. В этом смысле квантовая механика является устойчивой деформацией классической механики, причем постоянная Планка h играет роль параметра деформации[3]. Таким образом, принцип устойчивой деформации является как бы "обратной стороной" принципа соответствия, ибо "деформируется" классическая механика, так сказать, в сторону квантовой механики. Группа Лоренца, "обслуживающая" СТО, является деформацией группы Галилея, служащей для классической механики. При этом роль параметра деформации играет величина $1/C^2$ и в то же время

[1] Гейзенберг В. *Физика и философия.* С. 74–75.

[2] Зайцев Г. А. *Алгебраические структуры физики //Физическая теория* / Отв. ред. И.А. Акчурин. – М.: Наука, 1980. С. 210–225.

[3] Последнее утверждение, как считает Л.А. Фаддеев, представляет из себя краткую и точную формулировку принципа соответствия. См: Фаддеев Л.А. *Математический взгляд на эволюцию физики* // Природа. 1989. № 5. С. 15. Фаддеев Л.А., Якубовский О.А. *Лекции по квантовой механике для студентов математиков*. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. А все остальные многословные формулировки этого принципа, по его мнению, являются беллетристикой. Тут, конечно, можно с ним поспорить, но не будем этого делать, чтобы не "перегружать" данное примечание.

переход к СТО есть деформация в устойчивую структуру: группа Лоренца, как известно, не подвергается эквивалентной деформации. Значит, её нельзя модифицировать.

Как утверждает математическая теория деформации алгебраических структур, структура тогда устойчива, если все близкие к ней деформации ей эквивалентны. В этом смысле квантовая механика является устойчивой, в отличие от классической, допускающей неэквивалентную деформацию — квантовую механику[1]. Итак, принцип деформации неустойчивых структур в устойчивые имеет методологическое значение для формирования фундаментального физического знания по той простой причине, что любая новая фундаментальная физическая теория должна представлять собой деформацию[2] уже имеющейся группы преобразований (алгебраической структуры). Дело заключается в том, что все имеющиеся на сегодня фундаментальные физические теории являются устойчивыми деформациями, где параметрами деформации выступают фундаментальные физические постоянные (γ, c, h). Что же касается гравитационной постоянной, то можно заметить, что ОТО также является деформацией в устойчивом направлении, в которой параметром последней служит данная постоянная, входящая в основное гравитационное уравнение ОТО. Стало быть, математическая теория деформаций алгебраических структур оказывается очень удобной для описания сменяющих друг друга физических теорий как фрактальных "объектов". В данном случае не надо прибегать к "услугам" категорий "часть" и "целое" по отношению к старым и новым теориям, чтобы описать их масштабную инвариантность (то же, что их самоподобие). Для этого достаточно "часть", т.е. старую теорию "деформировать" в устойчивом направлении до "целого", т.е. до новой теории при определенном параметре деформации. При этом, как мы заметили, создается ощущение, что "часть" как бы включает в себя "целое", иными

[1] Там же. Также см.: Данилов И.Ю. *Философские основания гипотезы концептуального завершения физики*. Автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. филос. н. – СПб., 1998.

[2] Ранее мы уже писали о том, что цюрихский этап становления ОТО задержал формирование её математического аппарата на целых 3,5 года. Отсюда следует, что метафорическая гравитационная теория Э-Г явилась, по нашему мнению, неадекватной, т.е. *неустойчивой* деформацией ньютоновской теории тяготения в направлении ОТО. Данное обстоятельство было связано тем, что Эйнштейн и Гроссман в то время посчитали, что второй член (-1/2 $g_{\mu\nu}T$) в правой части основного гравитационного уравнения ОТО не содержит ньютоновское приближение. Отсюда ясна "мораль": не надо слишком обольщаться фрактальностью нефундаментального теоретического исследования и фундаментального теоретического исследования, ибо она ведет к их незаконному отождествлению. Безусловно, надо доверяться принципу соответствия, так как принцип деформации, являясь его "оборотной стороной" скорее выполняет вторичную неэвристическую функцию — функцию р*егулятивную*, косметическую.

словами, необходимость использования этих понятий в фрактальной парадигме отпадает. В этой парадигме параметрами описания фрактальных теорий выступают параметры деформирования (мировые постоянные), иначе говоря, последние исполняют роль параметров порядка в фрактальных теориях. Так как развитие фундаментального физического знания направлено в сторону новой, так сказать, устойчивой фундаментальной физической теории как к своему *аттрактору* посредством деформации неустойчивого концептуального ядра классической физики, управляемой параметром порядка — мировой постоянной, то в целом физическое познание и физика подвергаются к *самоорганизации* и становятся целостной научной дисциплиной. Подводя промежуточный итог нашего рассмотрения развития физики в рамках фрактальной парадигмы, можно сделать общий вывод о том, что эта парадигма вынуждает нас *отказаться* от традиционного *линейного* характера развития фундаментального физического знания, т.е. от представления магистрального пути прогресса последнего от теорий меньшей степени общности к теориям большей степени общности, в пользу *нелинейного синергетического* характера этого развития. Об этом свидетельствует построенная нами фрактальная метатеория физических теорий, основанная на концепции устойчивой деформации концептуального ядра физического знания, приводящей к возникновению исходящего из него «веера» новых фундаментальных физических теорий. При этом очень важным обстоятельством является то, что нелинейность (и пролиферация) касается уже готовых, сформированных физических, теорий, а не только теорий становящихся, формирующихся, т.е. не только умозрительной пролиферации возникающего нового физического знания.

Теперь, после краткого экскурса во фрактальную парадигму физического знания, снова вернемся к синергетическому подходу к процессу формирования ОТО. Как мы старались показать, он носит выраженный нелинейный характер. Последний выражается, в частности, в многовариантности (и альтернативности) ее форм проявлений (до эйнштейново ОТО: векторные теории тяготения О. Хевисайда и Г. Лоренца (1900 г.), Р. Ганса (1905 г.) и Ф. Уокера (1906 г.), навеянные электродинамикой Максвелла; во времена ОТО — скалярные и тензорные теории Абрагама, Ми, Нордстрёма, генерированные пражскими статьями Эйнштейна, после эйнштейново ОТО — векторная теория Кустаанхеймо, тензорные теории Бирхгофа и Уайтхеда и др. линейные теории гравитации (в том числе —теории Белифанте, Гупта, Свихерта и др.), тетрадные (А.Е. Левашов и др.) и реперные формулировки ОТО и т.п. Если судить по перечисленным в скобках гравитационным теориям (и по именам), то можно указать, что процесс формирования и развития ОТО сопровождала

ряд умозрительных пролифераций, так сказать, запущенный каскадом бифуркаций.

Ещё одним доводом в пользу *нелинейности* процесса формирования фундаментальной ОТО является неравномерность темпов её становления. Период стремительного ускорения темпов формирования ОТО как любой другой научной теории как раз выпадает, когда она "проходила" точку глобальной бифуркации (ноябрь 1915 г.). Об этом свидетельствует следующая цитата из письма Эйнштейна Зоммерфельду от 28 ноября 1915 г.: "Истекший месяц был самым волнующим, но и самым удачным месяцем в моей жизни"[1]. Вообще говоря, к этому моменту предшествовали 8 лет эйнштейновских размышлений над природой тяготения. А построение самой ОТО в окончательном варианте заняло менее двух месяцев напряженной работы[2]. По темпам как "воздвигались" два этажа теории относительности (СТО и ОТО) во многом сходны, но в то же время первая теория сразу появилась в "готовой к употреблению" — аксиоматической форме в июньской статье Эйнштейна в 1905 г., а второй теории предшествовала метафорическая "старая ОТО" со всеми своими предрассудками и ошибками, о которых мы не раз упоминали ранее.

Продолжая наши рассуждения о становлении ОТО, а не ставшей (не готовой) теории, как диссипативной структуры, можно утверждать, что она за те 3,5 года напряженного, во многом драматического поиска её математического формализма "коллективным математиком" активно "ассимилировала" достижения математики того времени: риманову геометрию и тензорное исчисление. В этом смысле в период своего становления ОТО как любая другая становящаяся физическая теория проявила себя как незамкнутая (открытая) нелинейная система. Вместе с тем, удивителен *когерентный кооперативный* эффект со стороны математики по отношению к физике. Нам думается, что не надо тут путать его с «непостижимой эффективностью» математики (Е. Вигнер), хотя они

[1] Цитируется: Пайс А. Указ. кн. С. 241.

[2] Известно, что Эйнштейн построил СТО после 10 лет раздумий над свойствами света. Эйнштейн писал: "Последние шаги, предшествовавшие написанию июньской статьи 1905 г., заняли менее двух месяцев напряженной работы" (цит. по: Пайс А. Указ. кн. С. 254). Сравните: 10 лет и два месяца! При этом не надо забывать, предварявшие СТО мартовскую статью 1905 г., содержащую революционную гипотезу о световых квантах; последовавшие сразу же после нее — докторскую диссертацию и работу по броуновскому движению. Всего в 1905 г. опубликовано Эйнштейном 6 статей, а первая мартовская статья о световых квантах вышла почти через год после единственной опубликованной статьи 1904 г. После "бифуркационного" для него 1905 г. в 1906 г. Эйнштейн создает очень важную для квантовой парадигмы в целом квантовую теорию удельной теплоемкости на основе статистического подхода. Следовательно, физическая наука в творчестве Эйнштейна этого периода получила действительное ускорение.

как эвристики взаимосвязаны. Как правило, почему-то математика постоянно опережает развитие естествознания (физики) как будто наперёд она знает свою "непостижимую эффективность" в естествознании, "граничащую с мистикой" (Е. Вигнер). Что касается "непостижимой эффективности" математики, тут нет никакой "мистики": математический формализм теории как ее количественная программа выбирается из множества математических структур, созданных в ходе формального метаумозрительного исследования, на основании качественной теоретической программы, адекватной исследуемой физической реальности. В этой связи не надо забывать, что выбор адекватной теоретической программы основан на селективной функции философских принципов. Следовательно, эффективность математики, связанной с фундаментальным естествознанием, определяется эффективностью философии. Когда теряется цепочка этих связей, тогда и возникает проблема "непостижимости" (и мистичности) математики.

Теперь попытаемся объяснить опережающее развитие эффективной (или в некотором смысле когерентный кооперативный эффект) математики по отношению к физике. Безусловно, математика в своем развитии как самостоятельная научная дисциплина не подозревает о собственной эффективности, т.е. продуктивности в применении ее *конкретных разделов* для решения *конкретных задач* естествознания (хотя в общем, несомненно, она знает об этом). В целом математическое творчество можно представить как комбинированное метаумозрительное исследование[1]. Креативные возможности последнего практически необозримы: любой новый формальный конструкт может использоваться как в роли гештальта, так и в роли элемента, которым замещается тот или иной элемонт в гештальте и т.д., т.е. все зависит от "математической игры ума" (Л.А. Фаддеев). Стало быть, путем произвольного комбинирования и столь же произвольного модифицирования старых формул можно конструировать новые формулы и довести их число до астрономических значений. Возникает, стало быть, нечто вроде селективного парадокса (поскольку это касается выбора математической структуры для выражения теоретического закона новой фундаментальной физической теории), но на этот раз в области математического тезауруса, так сказать, аналога хаоса математических идей и представлений, понятий и аксиом. Кстати, этот хаос красочно описаны Адамаром и Пуанкаре[2]. Среди такого необозримого тезауруса математических структур нахождение эффективной структуры по отношению к формирующейся физической

[1] Подр. см.: Кузнецова И. С. *Гносеологические проблемы математического знания.* Гл. II.

[2] Адамар Ж. *Исследование психологии процесса изобретения в области математики*. – М., 1970. С. 116, 139 и др.

теории приобретает характер реальной возможности (вероятность превращения её в действительность чуть ли не равна 1). Этим обстоятельством, иными словами, наличием готового математического тезауруса, содержащего в своем наборе продуктивную (или эвристическую по отношению к формирующейся физической теории) формальную структуру, можно как-то рационально объяснить опережающее физику развитие эффективной математики.

Возвращаясь к проблеме формирования ОТО, можно заметить, что "ассимиляция" ею математического тезауруса, созданного усилиями Римана, Риччи, Леви-Чивиты и др. проходила, как мы знаем, весьма драматична (и зигзагообразно) из-за незнания Эйнштейном многих аксиом и правил — селекторов тензорного исчисления. В их число входит, как уже не раз мы упоминали ранее незнание, им тождеств Бьянки, которые обеспечивают почти автоматически общековариантность уравнений гравитационного поля. Также к этому можно добавить то, что Эйнштейн неправильно определил свойства тензора Риччи для слабого поля и некоторые «технические» ошибки, допущенные в октябрьской статье 1914 г. Кстати, именно на ошибки в этой статье Эйнштейна указал Т. Леви-Чивита в своей переписке с ним в 1915 г. Следовательно, такая "цепь неверных шагов" (Эйнштейн) свела суперпозицию кооперативных усилий "коллективного математика" почти что к минимуму и позволила, так сказать, "посторонней силе" (Д. Гильберту) наложить свой неизгладимый отпечаток в эту расстановку математических усилий. Недаром основное уравнение ОТО носит название уравнения Эйнштейна-Гильберта.

Значит, при наличии эффективного математического тезауруса и соответствующей ему суперпозиции, если можно так выразиться, математических сил к тому времени, т.е. детектора, все ж таки Эйнштейн и Гроссман не смогли сделать правильный выбор "математического наряда" для формирующейся ОТО и вместо неё пришли к метафорической гравитационной теории Э-Г. Правильному выбору адекватного эссенциальному закону тяготения уравнения помешал тот факт, что при его выборе они руководствовались описанным выше ошибочным селектором. Дело в том, что один и тот же детектор может выбирать из одного и того же тезауруса совершенно разные элементы (в данном случае — математическую структуру), если он руководствуется разным (в данном случае — ошибочным) селектором; и, напротив, разные детекторы из разных тезаурусов могут выбрать один и тот же элемент, если их селекторы тождественны. В свете сказанного выше, в случае формирования математического аппарата ОТО того слаженного, когерентного кооперативного глобального математического детектора ("коллективного математика") не обнаруживаем как в случае с

«коллективным теоретиком» в период становления квантовой механики[1]. Таким образом, в становлении ОТО цюрихского периода (в целом до берлинского-ноябрьского периода) не находим того необходимого и достаточного, во многом, гармоничного сочетания тезауруса, детектора и селектора для близкого к однозначному выбору ОТО по сравнению с НКМ. Как известно, требуемое сочетание их было достигнуто в ноябре 1915 г. и открытие ОТО состоялось. Другими словами, оно состоялось в результате *глобальной бифуркации*, приведшей становящуюся теорию как диссипативную структуру к *устойчивому* её состоянию — фундаментальной научной теории.

На примере двух величайших завоеваний теоретической мысли XX в. в естествознании — ОТО и НКМ мы ставили своей целью показать, что формирование и развитие фундаментальных научных теорий как диссипативных систем подвержены к синергетическим закономерностям (и подчиняются им). В описании этих процессов, на наш взгляд, вполне адекватны (и применимы) конкретные синергетические понятия и представления такие как хаос и порядок, бифуркация (локальная и глобальная, в том числе, каскад бифуркаций) и отбор, конкуренция и кооперация, аттрактор и фрактал и др. Сейчас эти так называемые синергетические паттерны уже приобрели общенаучный (междисциплинарный) характер и становятся категориями *фундаментальной теоретической синергетики* в отличие от частной — физической и прикладной — технологической. Поэтому в настоящее время они приложимы не только эпистемологии, но и онтологии; также социальным (гуманитарным) наукам и медицине и т.д. и т.п.[2] В смысле универсальности своих приложений синергетика на сегодня не имеет себе равных. В этом смысле она замещает материалистическую диалектику (и диалектическую теорию развития), ибо последняя в основном рассматривала развитие как переход одних упорядоченных структур в другие упорядоченные же структуры, а не переходы различных типов порядка и хаоса друг в друга. Эти переходы, изучаемые синергетикой, более фундаментальны, чем переходы, постигаемые диалектикой.

[1] Не этим ли обстоятельством в отчасти объясняется дальнейшая неудача Эйнштейна с созданием единой теории поля. На наш взгляд, суть дела заключалась в том, что Эйнштейн в отличие от Бора не смог (или не хотел) создать вокруг себя продуктивного "коллективного теоретика" (глобального детектора — научную школу, придерживающуюся определенной парадигмы не в куновском, а синергетическом смысле). В связи с последним моментом заметим, что наличие такого детектора превращает совокупного субъекта (в некотором смысле «механического агрегата») в коллективного теоретика (в «невидимый колледж» по Прайсу).

[2] См. колл. издание: *Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов*. Также исследования В.П. Бранского, В.В. Васильковой, Е.Н. Князевой и С.П. Курдюмова, А.П. Назаретяна, М.С. Кагана и др.

Поэтому вовсе не случаен наш выбор в качестве *заключения* рассмотрение *синергетического подхода* к процессу *формирования* фундаментальных физических теорий как *диссипативному* процессу вместо традиционного заключения монографического издания. На наш взгляд, такое заключение отвечает букве и духу синергетической эпистемологии, ибо она оставляет открытыми все двери, как говорится, настежь для генерации новых идей и дискуссий[1]. При этом мы отдаем себе отчет в том, что в этом направлении делаются лишь первые осторожные шаги и рисуются лишь отдельные штрихи к общему контуру формирующейся концепции. Отсюда ясно, что всё впереди и мы с большим оптимизмом смотрим в её будущее.

ГЛАВА 7. КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА И БУДДИЙСКОЕ ФИЛОСОФСКОЕ УЧЕНИЕ О ПУСТОТЕ ("ШУНЬЯТА")И ПЕРСПЕКТИВА ИХ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Вначале напомним о том, что своеобразный иерархический ряд метафорических теорий элементарных частиц представляет собой две ведущие тенденции в формировании ТЭЧ. Первая тенденция связана с иерархией ТЭЧ, которая экстраполирует пространство-время Минковского (М) как угодно далеко вглубь микромира, а вторая – на какой-то ступени этой экстраполяции видоизменить его. Первую тенденцию называют квантово-полевым подходом ("КТП-подходом"), а вторую – хроногеометрическим[2]. На сегодня "КТП-подход" венчают грандкалибровочные теории (CUT), суперкалибровочные теории (SUSY) и теория суперструн, а хроногеометрический – клепсодинамический вариант ТЭЧ. При этом необходимо заметить, что как суперструнный, так и клепсодинамический подходы (как наиболее развитые варианты общей ТЭЧ) стремятся синтезировать квантово-полевую и хроногеометрическую тенденцию; отличие же состоит в том, что суперструнный подход объединяет эти тенденции в форме синтеза калибровочного и континуального подходов, тогда как клепсодинамический – в форме синтеза калибровочного и дистонного подходов. Поэтому клепсодинамический подход выражает вариант ТЭЧ, в котором проводится последовательное квантование СТО с учетом калибровочного

[1] Обычное заключение, делающее общие выводы на основе проведенного исследования, создает ощущение завершенности (замкнутости), неперспективности его продолжения, в общем, противоречит к синергетическому подходу — его нелинейному, незамкнутому (открытому для любых инноваций), неустойчивому (бифуркационному) характеру. Выходит так, что синергетика по своей изначальной природе принципиально оптимистична, а эта её черта очаровывает и привлекает к ней исследователей.

[2] См. подробно: § 1 данной главы.

подхода.

Из сказанного выше следует два альтернативных подхода к природе физического вакуума. Значит, из первой тенденции в формировании ТЭЧ, т.е. "КТП-подхода" следует суперполевой подход, а из второй тенденции, т.е. хроногеометрического подхода – клепсодинамический подход[1].

Дираковская модель "физического вакуума" и буддийское учение о пустоте[2] (Вайбхашика и Саутрантика)[1]. Первоначальное дираковское

[1] Перспектива построения так называемой квантовой клепсодинамики (или квантовой теории относительности (КТО) как наиболее адекватного и эффективного варианта будущей теории элементарных частиц (ТЭЧ) среди подобных обсуждается в монографии В.П. Бранского "*Теория элементарных частиц как объект методологического исследования"* (Л.: Изд.-во ЛГУ, 1989), на которую ранее мы не раз ссылались. В ней автор предлагает новый способ квантования (не имеющий аналога в прошлом) пространства – времени и вводит в научный оборот новые немакроскопические понятия и представления типа "мировая клепсидра", "квантовая система отсчета", "ультрарелятивистский пакет", "индукционно-редукционный процесс" и т.д., которые позволяют в новом неожиданном свете рассмотреть (и объяснить) традиционные проблемы ТЭЧ как "фундаментальная длина", "физический вакуум", "взаимопревращение и многообразие элементарных частиц (включая сюда "множественное рождение" последних)" и др. Выбор теоретической программы квантовой клепсодинамики (ККД) в книге всесторонне, т.е. онтологически, гносеологически, методологически и физико-математически (иначе говоря, качественно и количественно) обоснован. При этом В.П. Бранский учитывает развитие основных идей (включая квантовые флаводинамику (КФД) и хромодинамику (КХД), квантовые теории расширенной супергравитации и суперструн и т.д.), выдвигавшихся в физике элементарных частиц на протяжении ее более чем полувековой истории. При раскрытии "природы" (почему в кавычках будет ясно из материала этой главы) физического вакуума мы будем существенно опираться на это исследование. Также будем учитывать результаты его дальнейших исследований, нашедших отражение в следующих статьях: Бранский В.П. *Эвристическая роль философии науки в формировании теории элементарных частиц* // Вест. С.-Петерб. ун-та, 1993. Сер. 6. Вып. 2. С. 4-19. Его же. *Уроки теории относительности и квантовой механики и перспективы их синтеза //* Вест. С.-Петерб. ун-та. 1996. Сер. 6. Вып. 2. С. 16-28. Его же. *Принцип красоты в теории элементарных частиц (Математические начала "натуральной философии" физики элементарных частиц*) // Вест. С.-Петерб. ун-та. 1999. Сер. 6. Вып. 3. С. 19-30. Его же. *Введение в квантовую клепсодинамику* // Философия науки (Издание ИФ и Пр. СО РАН). Новосибирск, 1997. № 1(3). С. 56-69. О понятии вакуума в квантовой теории поля (КТП) см.: Мостепаненко А.М., Мостепаненко В.М. *Несимметричный вакуум* // Природа. 1971. № 8. Их же. *Концепция вакуума в физике и философии* // Природа. 1985. № 3. Мостепаненко А.М. *Проблема существования в физике и космологии.* – Л., 1987. Антипенко Л.Г. *Концептуальная проблема физического вакуума // Философия и физика*. Воронеж, 1972. Гриб А.А. *Проблема неинвариантности вакуума в квантовой теории поля*. – М.: Атомиздат, 1978. Зельдович Я.Б. *Теория вакуума, быть может, решает загадку космологии* // УФН. 1981. Т. 133. Вып. 3. Верешков Г.М., Минасян Л.А. *Квант действия, суперсимметрия и самоорганизация // Философские вопросы исследования современных проблем квантовой теории* / Отв. Ред. Сачков Ю.В., Тягло А.В. – М.: ИФАН, 1991. Верешков Г.М., Минасян Л.А., Саченко В.П. *Диалектика целого и части в физике кварков* // Философские науки. 1988. № 8. Верешков Г.М., Минасян Л.А., Саченко В.П. *Физический вакуум как исходная абстракция* // Философские науки. 1990. № 7. Минасян Л.А. *Вакуум (методологический анализ современного состояния физики элементарных частиц). – М., 1993.* Шипов Г.И. *Теория физического вакуума.* – М.: НТЦ, 1993 и др.

[2] Как известно, в собрании буддийских канонов "Ганчжуре" есть собрание сутр под

представление о вакууме как “фоне” из бесконечного числа *реальных*, но ненаблюдаемых электронов, заполняющих всевозможные состояния с отрицательной энергией, легло в основу суперполевого подхода к вакууму.

Дираковскую модель вакуума как совокупность бесконечного множества реальных электронов, заполняющих всевозможные состояния с отрицательной энергией (поскольку последние принципиально ненаблюдаемы, дираковский вакуум принципиально ненаблюдаем), можно сопоставить с весьма примитивным (и грубым) представлением о шуньяте Вайбхашики – низшей школы Хинаяна (или тхеравадинов). Как мы уже знаем, Вайбхашика признает только пустоту личности как пустотность “я” от трех характеристик: постоянства, единства и

названием “Праджняпарамита” (совершенная мудрость). Эта та часть проповеди Будды, содержащая учение о праджне, основной смысл которого есть как раз попытка доказать, что окружающий мир представляет собой пустоту (по санскритски: «Shunyata»). Свое учение о пустоте Будда дал на четырех различных уровнях. Поэтому в буддизме существуют четыре философские школы – Вайбхашика, Саутрантика, Читтаматра и Мадхьямика. Все эти школы возникли тогда, когда Будда совершил три поворота Колеса Дхармы. Здесь не будем систематически рассматривать буддийскую философию, ибо это не входит в нашу задачу исследования эвристического влияния буддийского учения о пустоте на формирование квантовой теории физического вакуума. В нашем исследовании мы будем опираться на труды известных отечественных буддологов: В.М. Алексеева, Г.М. Бонгард-Левина, В.П. Васильева, Б.Д. Дандарона, О.М. Ковалевского, Н.И. Конрада, Е.Е. Обермиллера, Г. Ольденберга, С.Ф. Ольденбурга, Т.В. Рис-Дэвидса, О.О. Розенберга, Ф.И. Щербатского и др., в которых раскрыты те или иные аспекты буддизма и буддийской философии. В последнее время буддийская философия в целом рассмотрена в книгах Далай Ламы XIV: *«Буддизм Тибета»* СПб.: Нартанг, 1991; *«Мир тибетского буддизма»* СПб.: Нартанг, 1996 и др. Также она рассматривается в трудах ученых-лам: Тай Ситупы, Геше Джампа Тинлея, Тартанг Тулку, Тубден Чодрон, Ламы Сопа и др. В наше время буддийская философия находит широкое освещение в журналах *«Буддизм России»*, *«Путь к себе»* и др. периодических изданиях. Следует отметить, что компаративистский анализ буддийской и западной философии подробно дан в трудах Ф.И. Щербатского. Обзор буддийско-западной философской компаративистики дается В.К. Шохиным в его книге: *Ф.И. Щербатской и его компаративистская философия.* – М.: ИФ РАН, 1998.Так же хороший обзор литературы содержится в книге: Андросов В.П. *Нагарджуна и его учение.* – М.: Наука, 1990. *Тибетская книга мертвых (Бардо Тёдол)*: Пер.с англ. – СПб.: Изд-во Чернышева, 1992. С. 127-128; Торчинов Е.А. *Религии мира: Опыт запредельного: Психотехника и трансперсональные состояния.* – СПб.: Центр «Петербургское востоковедение», 1997. С. 247-250. В этой сноске приведена лишь малая часть авторов, писавших и пишущих на данную тематику. Можно здесь упомянуть имена зарубежных исследователей – буддологов, таких как Г. Гюнтера, Т.Р.В. Мурти, М. Мюллера. М. Картера, Э. Конзе, С. Радхакришнана, Д.Т. Судзуки. Дж. Туччи, Кл. Эррикера и др. В общем литература, посвященная буддизму, практически необозрима. В наше время число таких публикаций приближается к двумстам тысячам наименований.

[1]При первом повороте Буддой Колеса Дхармы возникают учения Вайбхашики и Саутрантики (хинаяна), т.е. низшие школы буддизма.

независимости; но при этом не пустоту феноменов-дхарм[1]. Последние в Вайбхашике не иллюзорны или пустотны, а реальны как дираковский “фон” из реальных электронов (“море” Дирака). Как известно, Дирак предположил, что если приложив энергию $E \geq mc^2$, перевести электрон с отрицательного уровня на положительный, то в “море” электронов с отрицательной энергией возникает “дырка”, которая ведет себя подобно положительно заряженной частице с положительной энергией, т.е. позитрону. Происходит рождение пары электрон-позитрон из вакуума. На основе этой *функциональной* модели вакуума Дираком было предсказано существование позитрона, который впоследствии был обнаружен экспериментально. В отличие от вайбхашиков, саутрантики (последователи Хинаяны – тхеравадины) не признают что такая частица (“ану”), сущность которой пространственная клетка, содержащая 8 основных дхарм – элементов чувственного (“махабхути” и др.), является “сборной” частицей. Ими же отрицается “субстанция – частица”. Отрицание Саутрантикой – следующей школой после Вайбхашики субстанциальных частиц очевидно связано с отрицанием того, что эта частица чувственно воспринимается и причисляется Вайбхашикой к рупа-дхармам. Вместе с тем, саутрантики говорят, что реальная рупа-дхарма препятствует возникновению одного рупа-дхармы на месте другого рупа-дхармы. Если уж объединить эти два представления (вайбхашиков и саутрантиков о реальности в едином синтезе, то чем уступают они “морю” электронов Дирака с “дыркой” – позитроном? Незаполненная атомом-ану пространственная клетка на “фоне” условно разбитых на кубические клетки трехмерного пространства, на наш взгляд, будет играть аналогичную роль “дырки” в “море” электронов Дирака. Психофизический подход к дхармам позволяет буддистам допускать: с одной стороны, мгновенную комбинацию элементов – фиктивных (нематериальных) мельчайших пространственных клеток, наполненных 8-ю различными дхармами[2], а, с другой стороны, в комплексе мгновенных дхарм присутствуют элементы чувственных актов видения, слышания и т.д., т.е. “индрия”. Цепь таких мгновенных комбинаций создает иллюзию чувственного восприятия

[1] В Вайбхашике “не признается грубая и тонкая бессамостность дхармы, поскольку говорят что все познаваемое есть самостность дхармы” (См.: Геше Джампа Тинлей. *Ум и пустота*. – М.: Моск. будд. Центр Ламы Цонкапы, 1999. С. 61. Также см.: Дзунба Кунчог Жигме Ванбо. *Драгоценное ожерелье учений философских школ*. – Улан-Удэ: Будд. институт Дашичойхорлин, 1998. С. 22-23).

[2] В системе мгновенных проявлений комплекса дхарм, лежащего в основе потока сознания, допускается, что одни из фиктивных мельчайших пространственных клеток считаются наполненными различными элементами – 8 дхармами неразрывны вместе с возникающими в моменте – это та часть в индивидууме, соответствующая чувственному, внешнему миру, поскольку он не познает сознательно.

внешнего материального мира. Отсюда следует, что без субъекта нет объекта, что они едины и внешний материальный мир является проекцией человеческого ума. Такое представление о реальности скорее относится не к учениям Хинаяны, а переходной к Махаяне школе Читтаматры[1].

Учение Читтаматры и бутстрап – теория адронов Дж. Чу. Если саутрантики признают истинность внешнего объекта, то читтаматрины не признают внешний объект, но, вместе с тем, признают истинность "взаимозависимости" (зависимый от других "шенванг"[2]). Так же как Саутрантика Читтаматра признает пустотность "я" от независимого субстанционального существования (бессамостность индивида в отличие от Вайбхашики). В то же время она утверждает пустотность феноменов – дхарм. Начиная с Читтаматры, буддисты стали серьезно обсуждать взаимозависимое происхождение (или возникновение) феноменов, доведенное ими до своего логического завершения в учении Мадхьямики Прасангики.

В свете сказанного выше рассмотрим так называемую бутстрап-гипотезу Джеффри Чу в русле теории S – матрицы в рамках аналитического подхода к ТЭЧ[3]. Суть бутстрапной теории ("зашнуровки" адронов; Чу и Фраучи, 1961 г.) сводится к следующему: квантовые

[1]При третьем повороте Колеса Дхармы Буддадал промежуточное учение о пустоте, объясняя, что он понимает под первыми двумя учениями. Итак, воззрение школы Читтаматры о пустоте послужило ступенькой восхождения к пониманию пустоты Мадхьямикой, ибо без нее самое глубокое буддийское воззрение о пустоте оставалось бы недоступно людям. Поэтому возникновение четырех школ буддизма – Вайбхашики, Саутрантики, Читтаматры и Мадхьямики – в указанной последовательности не соответствует трем поворотам Колеса Дхармы, совершенным Буддой. Отсюда ясно, почему читтаматрины претендуют на открытие «срединного пути» вместо мадхьямиков и этим объясняются их многочисленные диспуты по этому поводу.

[2] Геше Джампа Тинлей. *Ум и пустота*. С. 66. Термины: «кунтаг», «шенванг» и «йондуп» имеют тибетское происхождение. Во время третьего поворота Колеса Дхармы Будда посредством этих понятий выразил свое воззрение о пустоте. Так же см.: Дзунба Кунчог Жигме Ванбо. Указ. книга. С. 42.

[3] Чью Дж. *Аналитическая теория S – матрицы*. М., 1968. Так же см.: Гелл-Манн. М., Розенфельд А., Чу Дж. *Сильно взаимодействующие частицы* // УФН, 1964. Т. XXXIII. Вып. 4. С. 709-714. Chew G.F. *"Bootstrap":* A Scientific Idea? // Scienc. Vol. 161. 1968. May 23. Pp.762-765. Chew G.F. *"Hadron Bootstap: Triumph or Frustration?* // Physics Today. Vol. 23. 1970. October. Pp. 23-28. Капра Фр. *Дао физики*. СПб.: Орис, 1994. Гл. 18. и др. Вслед за Дж. Чу в некотором смысле Фр. Капра безосновательно *абсолютизирует* "бутстрап-подход" к природе, превращая его в бутстрапное *видение* природы (курсив Ф. Капры). См.: Капра Ф. Указ. книга. С. 277. От возможных перспектив развития бутстрапной теории у него "просто дух захватывает" (Там же. С. 276-277).

объекты взаимодействуют в "упругом" канале посредством сил, природа которых заключается в "обмене" адронами, рождающимися в соответствующем "аннигиляционном" канале. "Так как разным "упругим" каналам соответствуют разные "аннигиляционные" каналы, то для генерации "сильных" сил не существует привилегированных адронов (например, π-мезонов, как это было в теории ядерных сил Юкавы)"[1] Так как один и тот же адрон может возникать в разных "аннигиляционных" каналах, то состав его неопределен (объекты, рождающиеся в "аннигиляционном" канале, представляют собой "связанные состояния", т.е. составные объекты): он одновременно определяется адронами различных "упругих" каналов[2]. Из сказанного следует, что каждый адрон является "связанным состоянием" всевозможных состояний квантовых объектов, в результате взаимодействия которых может образоваться, так сказать, адрон по заказу. В результате создается иллюзия, что "каждая частица содержит в себе все остальные частицы". Адрон не столько содержит, сколько состоит из всех других адронов (в "динамическом", вероятностном понимании, характерном для теории S-матрицы) и в то же время как бы сам входит в состав их всех. При этом ни один из адронов не может считаться более фундаментальным, следовательно, привилегированным, чем все остальные. Такое истолкование "зашнуровки" Дж. Чу назвал "ядерной демократией".

С точки зрения читтаматринов, независимое субстанциональное существование адрона – это не существующий "кунтаг". В действительности адрон в качестве кунтага не существует, т.е. в самом адроне кунтага нет. Значит, по Читтаматре, адрон является шенвангом, т.е. зависимым от других адронов. Если далее рассуждать как читтаматрины, то из-за неведения (авидья), иначе говоря, до возникновения "бутстрап-подхода" к адронам Дж. Чу, мы воспринимали их как самодостаточные субстанциональные феномены. Как уже знаем, такое восприятие адронов оказывается несуществующим кунтагом. В свою очередь, пустотность адронов от несуществующего кунтага читтаматрины назвали бы йондупом (истинно сущим, "окончательно установленным", "конечным существованием", абсолютной истиной, наконец, пустотой – шуньятой). Безусловно, Дж. Чу не "дошел" до пустотности (йондупа) адронов, до взаимозависимости их друг от друга (шенванга) несомненно он дошел. Даже, как считает Фр. Капра, Дж. Чу перевалил через "хребет" Читтаматры и оказался в "долине" Мадхьямики. Вот что он пишет: "В

[1] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов*. С. 108.

[2] Там же. Например, упругое взаимодействие между нейтроном и протоном посредством "сильных" сил происходит в "S-канале", а образование π-мезона в результате аннигиляции нейтрона и антинейтрона происходит в "t-канале". "Зашнуровка" подчиняется принципу перекрестной симметрии (Гелл-Манн и Голдбергер). См. подробно: Там же.

адронном бутстрапе все частицы динамическим образом состоят друг из друга, и отношения между ними характеризуются внутренней последовательностью и самосогласованностью, что позволяет нам говорить, что адроны "содержат" друг друга. В буддизме Махаяны очень похожее понятие используется по отношению ко всей Вселенной в целом"[1]. "Бутстрап-теория" Дж.Чу, представляющая видение мира как единой взаимосвязанной сети событий, где каждое явление связано со всеми другими, и не может существовать само по себе, сопоставляется Фр. Капрой с космической метафорой сети Индры из драгоценных жемчужин, нависающей над дворцом бога Индры[2]. В этой сети из жемчужин каждая жемчужина отражает все остальные жемчужины подобно тому как "во всякой пылинке – бесчисленное множество Будд". "Сходство этого образа с адронным бутстрапом не может не поражать нас. Метафора сети Индры, - восторженно пишет Капра, - должна по праву быть признана первой бутстрап – моделью, разработанной восточными мудрецами примерно за два с половиной тысячелетия до возникновения физики частиц"[3].

Вообще говоря, в современной физике развиваются идеи органицизма, целостности (холизм) в противовес демокритовской традиции объединения сложных структур посредством их разбиения на более простые элементы. Эти идеи способствуют поиску единого взаимодействия и его теории (ТОЕ – «Теория всего на свете») в духе Эйнштейна и позволяет воспринимать формирующуюся Вселенную как процесс. В русле этих идей находится и идея "глобального бутстрапа", чуждая "и античному, и классическому атомизму, а в известном смысле-самому способу освоения действительности, которым пользовалась Европейская наука"[4]. Согласно теории бутстрапа природные явления не сводятся ни к частицам, ни к полям. При так называемом "событийном" подходе к ним исчезает различие между их составными частями и их

[1] Капра Фр. *Дао физики*. С. 271.
[2] Капра Фр. *Дао физики*. С. 271-272. Данная метафора заимствована Капрой через Чарльза Элиота из "Аватамсака-сутры" – махаянского текста, якобы произнесенной Буддой во время его глубокой медитации после Пробуждения. Также из этой сутры (в переводе Д.Т. Судзуки) Капрой заимствована метафора Башни – Вселенной Судхана, прекрасно иллюстрирующей махаянское учение взаимопроникновении (по Капре) всего и вся и теорию бутстрапа Дж. Чу (Там же. С. 267).
[3] Там же. С. 272.
[4] Степанов Н.И. *Концепция элементарности в научном познании*. М., 1976. С. 170. Идея целостности квантово-механических процессов разрабатываются Е. Вигнером, Дж. Уилером, Д. Бомом и др. В литературе их позиция считается субъективно-идеалистической, ибо в целостность Вселенной как самосогласованной системы ими включается сознание наблюдателя. См.: Сретенева Н. *Холизм-новая парадигма в науке?* С. 132. Она присуща и восточному миросозерцанию. В индуизме – это Брахман, в даосизме – это Дао, а в буддизме – *Дхармакайя*. Все они представляют собой "великое всеобъемлющее целое" или высшая, неделимая реальность.

взаимодействием. "Буддисты воспринимают объект как событие, - пишет Д.Т. Судзуки, - а не как вещь или материальную субстанцию"[1]. Буддист в частности, и восточный мистик вообще у Фр. Капры превращаются в последователя «бутстрап – философии – бутстраппера" (Дж. Чу). На наш взгляд, это очень сильное преувеличение значения теории бутстрапа, являющейся своеобразной *функциональной* моделью адронов (или сильных взаимодействий). Позже мы еще вернемся к анализу последней.

Квантово-полевой подход к физичесому вакууму и критика неомистицизма Фр. Капры. Квантово-полевое представление о вакууме связано с виртуальными квантовыми объектами (в координатном представлении – из виртуальных частиц) в состояниях с положительной энергией. Как ранее мы отмечали, виртуальные частицы обладают двумя характерными признаками: 1) способностью к обмену виртуальными частицами с возбужденными состояниями различных квантовых полей и 2) способностью к самодействию посредством этих же частиц. Это самодействие проявляется в превращении виртуальных электронно-позитронных пар в виртуальные фотоны и обратно. Вообще говоря, квантовая теория поля (КТП) утверждает, что из вакуумного состояния можно получить все другие состояния поля. Для этого остается воздействовать на вакуум соответствующим числом операторов рождения или уничтожения фотонов и других квантов соответствующих полей. Следовательно, вакуум – это поле без квантов поля, без реальных частиц, но в то же время ему присущи некоторые свойства обычного поля (например, в нем возможны своеобразные "флуктуации" фундаментальных (и нефундаментальных) характеристик квантовых объектов при отсутствии самих объектов.

Введение операторов рождения или уничтожения в теорию означает, что в КТП "квантуются" и сами волновые функции ("вторичное квантование"). Следовательно, механизм рождения и уничтожения частиц-квантов соответствующих полей объясняет физический смысл операторов, заключающихся в описании переходов полей из одного собственного состояния в другое. "Поэтому вакуум, – пишет Фр. Капра, – не может считаться пустым, напротив, он содержит бесчисленное множество беспорядочно возникающих и исчезающих частиц"[2].

Теперь вышеприведенное представление о вакууме можно сопоставить с картиной беспрестанного ежемгновенного "рождения-исчезновения" так называемых санскрита-дхарм (дхарм, подверженных бытию), т.е. с безначальным волнением дхарм. При успокоении волнения дхарм, иначе говоря, при наступлении нирваны – конечной цели бытия прекращается,

[1] Цит. по: Капра Фр. *Дао физики*. С. 242.
[2] Капра Фр. *Дао физики*. С. 199.

по Васубандху, их “рождение-исчезновение”. “Здесь материал современной физики, – пишет Фр. Капра, – заставляет нас вспомнить о понятии Пустоты в восточном мистицизме. Подобно восточной Пустоте, “физический вакуум, как он именуется в теории поля, не является просто состоянием абсолютной незаполненности и отсутствия всякого существования, но содержит в себе возможность существования всех возможных форм мира частиц. Эти формы, в свою очередь, представляют собой не самостоятельные физические единицы, а всего лишь переходящие воплощения Пустоты, лежащей в основе всего бытия”[1]. Воистину, как сказано в знаменитой проповеди Будды из “Хридая-сутры” (“сутры Сердца”): “Форма есть Пустота, а Пустота есть форма”. В другом месте эту же свою мысль Фр. Капра подкрепляет следующими словами: “Используя термины “пустота”, “пустое”, восточные мудрецы обращают внимание СВОИХ последователей на то, что под *Брахманом*, Шуньятой и Дао понимается не обычная пустота, а Пустота с большой буквы – Пустота, являющаяся несчерпаемым источником творения. Поэтому мы можем сравнить Пустоту в понимании восточных мистиков с квантовым полем современной физики. Точно так же, как и квантовое поле, она порождает бесчисленное множество форм, питая их своей энергией до тех пор, пока они снова не растворятся в исходной безначальной Пустоте”[2]. Эти обширные цитаты из “Дао физики” Фр. Капры мы привели для того, чтобы показать, что такие понятия, как “Брахман” в индуизме, “Шуньята” в буддизме и “Дао” в даосизме чуть ли не отождествляются автором книги с квантовым полем вообще и с физическим вакуумом в частности. Такое отождествление проистекает из ошибочной *тенденции* данного автора считать, что восточный мистицизм вообще и буддийские концепции шуньяты и дхарм в частности носят реальный (действительный), а не метафорический характер и модели, построенные на основании последних, имеют изобразительный (реалистический), а не функциональный статус.

На наш взгляд, в действительности здесь обнаруживается сопоставление (или соотношение) не реалистических (и действительных) концепций восточного мистицизма вообще и буддизма в частности и фундаментальной квантовой теории поля (КТП), а метафорических (и идеологических)[3] концепций Востока и метафорической физической КТП, т.е. соотношение “метафорическое – метафорическое”. Последнее

[1]Там же.
[2]Капра Фр. *Дао физики*. С. 188. Так, в Упанишадах говорится: “Брахман есть пустота…”, но в то же время “Брахман есть жизнь”. Согласно Лао-Цзы, дао пуст, но вместе с тем дао – это “мать всех вещей”, источник всего существующего.
[3]Религия является своеобразной (религиозной) формой идеологии, т.е. учением (системой) об идеалах, имеющих иррациональное (сверхъестественное) происхождение.

обстоятельство является гносеологическим основанием упомянутой выше ошибочной тенденции Фр. Капры. Значит, имплицитное замещение функциональных моделей моделями изобразительными (вследствие такого же замещения метафорических концепций и теорий концепциями и теориями истинными) привело Фр. Капру к глобальному обобщению о том, “что восточная – и вообще вся мистическая – философия может быть *последовательным и необходимым обоснованием* для современных научных теорий, может создать концепцию мироздания, в которой научные открытия будут прекрасно уживаться с духовными целями и религиозными верованиями”[1] [курсив наш – Д.О.]. По нашему глубокому убеждению, Фр. Капра на материалах восточного мистицизма и буддизма пытается подвергнуть мистификации достижения современной физики, якобы обнаруживая в них “поразительные параллели” и “принципиальные совпадения”. По признанию автора “Дао физики”: “Последующие главы покажут, что мировоззрение восточных мистиков в *основных* и *принципиальных* своих чертах *совпадает* с мировоззрением современной физики”[2] [курсив наш – Д.О.]. В предисловии ко второму изданию своей книги он утверждает: “Неудивительно нежелание современных ученых признать *принципиальное совпадение* мистических представлений о мироздании со своими собственными, поскольку мистицизм, по крайней мере, на Западе, ассоциировался с чем-то таинственным и крайне ненаучным. К счастью, эта ситуация постепенно меняется к лучшему”[3] [курсив наш – Д.О.]. Вся книга Фр. Капры, её дух являются в некотором роде манифестацией *неомистицизма*, обоснованного материалом новейших физических теорий. Весь пафос данного издания “работает” на доказательство неомистического характера современной науки. Об этом свидетельствует хотя бы сопоставление (“параллель”) научного эксперимента и мистического переживания, достигаемого человеком посредством медитации и фактическое (конечно, подсознательно-контекстное) отождествление их Фр. Капрой[4]. Выше мы подвергли эту позицию автора книги критическому метаобъяснению.

Промежуточная постановка проблемы сравнения физического “вакуума” и “шуньяты” Мадхьямики. Как показал наш анализ, существует иерархия в несколько поколений функциональных теорий (от РКМ и КТП, включая гранд- и суперкалибровочные теории, до суперструнных и бинарной структуродинамики), приближающих исследователей к построению ТЭЧ. При этом мы заметили, что наиболее

[1]Капра Фр. *Дао физики.* С. 20.
[2]Там же.
[3]Там же. С. 5.
[4]Там же. С. 31-32.

продвинутые варианты современной ТЭЧ такие как суперструнный, биструктурный и др. не выходят за рамки старых фундаментальных понятий как классической системы отсчета, компактифицированного многомерия пространства-времени и др. Так же установили, что в отличие от них клепсодинамический подход к построению ТЭЧ (реальная альтернатива суперполевого подхода) основывается пока на квантовом принципе относительности и обобщенном принципе суперпозиции. При этом квантовая клепсодинамика (квантовая теория относительности) вводит в научный оборот новые немакроскопические понятия и представления типа “мировая клепсидра”, “квантовая система отсчета”, ультрарелятивистский пакет”, “индукционно-редукционный процесс” и т.д., которые явно претендуют на статус изобразительных моделей и реалистических конструктов.

Из сказанного выше следует, что существуют два альтернативных подхода к природе физического вакуума: суперполевой и клепсодинамический. (Напомним, это положение приводили ещё в начале данной главы). Методологическое исследование последних показало, что суперполевой подход приписывает своей модели физического вакуума как совокупности виртуальных частиц и их взаимодействий в макропространстве-времени изобразительный (реалистический) характер, адекватно отражающий не только количественную, но и качественную сторону этой реальности и потому имеющей объективный референт или денотат. В противовес ему клепсодинамический подход под “вакуумом” понимает не изобразительную, а *функциональную* модель некоторой другой реальности, адекватно постигающей только количественную, но не качественную сторону этой реальности и поэтому не имеющей объективного референта или денотата. Поэтому совсем неслучайно мы взяли в кавычки слово вакуум. Дело заключается в том, что в квантовой клепсодинамике понятие вакуума приобретает двойственный смысл. Первый смысл этого понятия связан с “пустой” квантовой системой отсчета, т.е. понимается как “флуктуирующая” пустота, а его второй смысл – с совокупностью виртуальных частиц в так называемой “мировой глобуле”. В первом смысле понятие вакуума имеет прямой объективный референт (или денотат), а во втором смысле оно такого референта (или денотата) не имеет, а является вспомогательным умозрительным (функциональным) конструктом.

“Исследование параллелей” (Фр. Капра) между указанными выше физическими моделями о вакууме и представлениями о пустоте (шуньяте) различных школ буддизма можно будет продолжить. Так как в начале нашего сравнительного исследования мы обсуждали “параллели” между “морем” Дирака, т.е. первоначальным физическим представлением о

вакууме и пониманием шуньяты в низших школах буддизма – Вайбхашике и Саутрантике (учения Хинаяны – первого поворота колеса Дхармы). Стало быть, на очереди – Читтаматра и Мадхьямика – учения второго и третьего поворотов колеса Дхармы (высших школ буддизма - Махаяны).

Суперполевой подход к физическому вакууму и буддийское учение о пустоте (Читтаматра и Мадхьямика). Несколькими страницами ранее мы дали общее представление о физическом вакууме суперполевого подхода к построению общей ТЭЧ. Конечно, физики не сразу пришли к нему, а через посредство упомянутой нами выше иерархии функциональных моделей вакуума (начиная с дираковского “моря” электронов РКМ до модели суперструн). То же самое можно утверждать о пустоте – шуньяте мадхьямиков-прасангиков: восхождение к конечному воззрению Будды о пустоте совершалось через воззрение о ней Вайбхашиков и Саутрантиков. В свою очередь, представление о пустоте Читтаматры возникло как промежуточное звено (транзитивное учение) между в некотором роде противоположными представлениями о пустоте низших и высших школ буддизма. Поэтому наш компаративистский анализ следует логике этого восхождения. Наше внимание сначала было обращено к учениям Вайбхашики и Саутрантики и представлениям о вакууме РКМ и КТП, исходя из сказанного выше, не является случайным[1].

Итак, снова обратимся к квантовой теории поля (КТП). Как известно, в КТП различают “одетый” и “голый” вакуумы, вернее, собственные состояния поля. “Голым” является такое состояние, в котором поле содержит только реальные частицы. При “одетом” состоянии квантового поля в нем наряду с реальными существуют и виртуальные частицы. Если реальная частица окружена “облаком” из виртуальных частиц, то эта частица “одета” в “шубу” из виртуальных частиц, число которых неопределенно (и положение которых к тому же неопределенно). “Только локальное измерение (производимое одновременно во всех ячейках поля) выделяет из множества возможных компонент “шубы” компоненту с определенным числом виртуальных частиц, имеющих определенное

[1]Интересное объяснение существования низших и высших школ буддизма предлагает Васубандху: “Согласно традиции, люди бывают трёх разновидностей по их заблуждениям, по их проницательности и по их наклонностям” (*Абхидхармакоша.* 1.16ь), т.е. для каждой разновидности людей Будда предлагает разные – по простоте и сложности – формулировки одной и той же идеи (например, пустоты). Вот, к примеру, замечает Васубандху: “Здесь Будда употребил слова обыкновенных людей» (*Абхидхармакоша*. 1,9ь). Таким образом, он фактически сформулировал принцип относительности к слушателям Дхармы, игнорирующий эволюцию буддизма и его школ.

положение”[1]. Только в этом случае частица перестает быть виртуальной и становится реальной, т.е. происходит то, что называется “рождением” частиц. Как мы показали ранее, квантовое поле остается квантовым полем (несмотря на этот каламбур) и при отсутствии реальных квантовых объектов. Собственное состояние поля с собственным нулевым значением (при отсутствии реальных частиц) называется “вакуумом”. В некотором роде вакуум – это то, что остается, когда убирают все частицы, и все физические поля. А остается неустранимое квантовое “кипение” пустоты при наинизшем энергетическом состоянии квантовых полей. “Кипение” вакуума обусловлено квантовыми флуктуациями или беспрестанным процессом и возникновения, и исчезновения в нем виртуальных частиц. “В действительности подобного рода процессы, - пишет Крис Льюэллин-Смит, – называемые виртуальными, происходят в вакууме постоянно: частицы внезапно рождаются из вакуума и тотчас исчезают вновь. За время своей короткой жизни частицы могут взаимодействовать с другими частицами (например, путем обмена), так что вакуум кипит от подобной активности”[2]. Значит, вакуум – это совокупность виртуальных частиц, существующих и испытывающих разнообразные превращения в пространстве – времени Минковского, в точках которого могут исчезать и возникать точечные квантовые объекты.

Ранее мы обратили внимание на учение Читтаматры (именно с него начнем наш анализ, ибо Читтаматра является транзитивным звеном между низшими и высшими школами буддизма), напомним, при критическом анализе бутстрап-гипотезы адронов Дж. Чу. Сейчас приступим к аналогичному сопоставлению Читтаматры с КТП. Именно в КТП впервые встречаемся с виртуальными частицами и процессами (взаимодействиями). Что касается последних, с точки зрения читтаматринов, они представляют собой кунтаг, т.е. номинальное существование (или приписываемое). Другими словами, виртуальные частицы и их взаимодействия существуют только в наших концепциях, иначе, в метафорических физических теориях типа КТП и выполняют роль элементов функциональной модели некоторой другой, пока неизвестной, реальности. Это мы так думаем. Буддисты-читтаматрины думают несколько иначе: номинальное существование означает, что нечто не существует вне зависимости от концепций нашего ума, в

[1] Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* С. 18.

[2] Льюэллин-Смит Крис. *Явные и скрытые симметрии*. // *Фундаментальная структура материи.* – М.: Мир, 1984. С. 121. “Такое поведение вакуума, - дополняет он вышесказанное, - проявляется в различных наблюдаемых эффектах. Например, частица, движущаяся через вакуум, испытывает “сопротивление”, и ее масса изменяется (или перенормируется) по сравнению с тем значением, которое она имела бы в “пустом вакууме”” (Там же).

действительности (во внешнем мире). Виртуальные частицы и процессы в КТП – это несуществующий кунтаг. Значит, они не обладают *независимым субстанциональным существованием*, как думали создатели этой модели, придавая ей изобразительный характер. В самом деле эти виртуальные объекты, как утверждали бы читтаматрины, являются шенвангом (зависимым от другого), так как их существование зависит, так сказать, от “одетого” состояния вакуума (или собственного состояния квантового поля), ибо в “голом” состоянии последнего они отсутствуют. Так же их превращение (“рождение”) в реальные объекты (частицы) зависит от локального измерения, производимого одновременно во всех ячейках поля, т.е. от воздействия на вакуум, как утверждает КТП, соответствующего числа операторов рождения фотонов и других квантов соответствующих полей (“вторичное” квантование волновых функций). И, наконец, виртуальные взаимодействия (и самодействие виртуальных частиц) зависят от способности к обмену виртуальными частицами с возбужденными состояниями различных квантовых полей (от способности к самодействию посредством этих же частиц). Таким образом, как утверждали бы читтаматрины, приписывание творцами КТП функциональной модели виртуальных частиц и процессов изобразительный характер является неправильной интерпретацией виртуальных частиц и их взаимодействий и, следовательно, представляет собой несуществующим кунтагом. Согласно их воззрению, отсутствие (отрицание) несуществующего кунтага есть так называемый “йондуп” – “конечное существование”. Стало быть, “вакуум”, *пустая* от независимого субстанционального существования виртуальных частиц и процессов, является йондупом, т.е. “окончательно установленной абсолютной истиной” (согласно терминологии Читтаматры) или подлинной Пустотой (Шуньятой). Если вспомним клепсодинамический подход к физическому вакууму и его интерпретацию последнего, то читтаматрины (Асанга и др.) в глубокой древности почти приблизились к истине. В показанном выше смысле Читтаматра серьёзно претендовала бы на выполнение эвристической функции по отношению к становящейся общей ТЭЧ, если бы её один существенный недостаток не мешал бы этому.

Недостаток этот связан с тем положением учения Читтаматры, который постулирует, что так как нет несуществующего кунтага, иначе говоря, отсутствует независимое субстанциональное существование феноменов, то последние являются проекциями ума. Стало быть, по Читтаматре, нет внешних объектов, существующих отдельно от ума, т.е. всё есть проявление ума. Всё – это только ум, т.е. читтаматра (название школы “Только Ум”). Далее, читтаматрины приходят к выводу, что субъект и объект пусты от существенного различия, образуя единое целое,

т.е. они неотделимы друг от друга. Это чисто авенариусовская (в духе "принципиальной координации" в рамках эмпириокритицизма) установка Читтаматры несомненно сыграла бы антиэвристическую роль если бы ученые захотели использовать её в своих поисках, к примеру, общей ТЭЧ.

Теперь обратимся к учениям Мадхьямики: Сватантрике и Прасангике[1]. Понимание шуньяты в Сватантрике является более утонченным, чем в Читтаматре. Если последняя утверждает, что кунтаг пуст от независимого субстанционального существования (но шенванг и йондуп существуют истинно), то первая, утверждая, что вещи пусты от истинного существования, включает в эту пустоту и пустоту от независимого субстанционального существования. Отсюда следует, что йондуп – это шенванг (взаимозависимое происхождение), пустое от истинного существования. В Сватантрике, стало быть, даже шенванг пуст от субстанции, поскольку он взаимозависим, т.е. как взаимозависимое возникновение (происхождение) вещи. Вместе с тем, шенванг все-таки существует, но его существование иллюзорно, что не тождественно ничто. Такова в первом приближении функциональная модель пустоты в Мадхьямике Сватантрике, которую её последователи выдают за реалистическую.

Вышеприведенную приблизительную модель пустоты сватантриков можно значительно приблизить к "оригиналу" – Пустоте-Шуньяте если её сопоставить (и сравнить) с моделью пустоты прасангиков. По Прасангике, объектом отрицания является нечто существующее со стороны объекта, вне зависимости от простого обозначения мыслью. Она утверждает, что все существует как наименование. То есть, единственное, что не опровергается в Прасангике – это номинальное существование объектов. По сравнению со Сватантрикой Прасангика на первый взгляд кажется нигилистическим учением, ибо в ней отрицаются собственные характеристики объектов, которых признает первая. Более того, согласно сватантрикам, прасангики усиливают свой нигилизм, отрицая существование объектов в силу их собственных характеристик. Несмотря на все это, они признают существование внешних объектов и тем самым не противоречат обыденному опыту людей. В этом смысле в Прасангике меньше "нигилизма", чем в Читтаматре и Йогачаре Сватантрике, отрицающих существование внешних предметов как "проекций ума".

Итак, под внешним объектом Прасангика имеет в виду нечто номинально существующее. Но при этом она считает, что наименование неразрывно связано с *основой* для этого наименования. Значит, все зависит от основы для обозначения объекта, а не его собственных

[1]Об этих учениях подробнее см.: Дзунба Кунчог Жигме Ванбо. Указ. книга. С. 51-65. Так же см.: Геше Джампа Тинлей. Указ. книга. С. 85-173.

характеристик и не от самобытия как утверждает Сватантрика. Но, в свою очередь, основа общезначима (общеизвестно) для людей и поэтому служит основой не для произвольного наименования предметов. Вместе с тем она не должна противоречить существованию внешних предметов. В то же время основа лишена самобытия (самосущности). Следовательно, по Прасангике, внешний объект есть номинально существующее явление. Это с одной стороны.

С другой стороны, номинальное существование, с точки зрения прасангиков, есть взаимозависимое происхождение. Поскольку объект зависит от причин его породивших, постольку он зависим и не обладает самобытием. Так же он зависим от своих частей. Самой "продвинутой" зависимостью объекта является зависимость его от своего наименования. Последняя означает, что люди дают наименования предметам, как уже выше подчеркнули, не как им заблагорассудится, а накладывают их на достоверные основы для их наименований. Стало быть, все объекты пусты от истинного существования и самобытия, поскольку они существуют в силу обозначения мыслью.

Таким образом, прасангики приходят к выводу о том, что пустота и взаимозависимое происхождение – это две стороны одного целого. Видимо, надо иметь в виду, что пустота как абсолютная истина является сущностью взаимозависимого происхождения как относительной истины. Как говорил великий Цонкапа: "видение пустоты как сущности взаимозависимости указывает на возможность протекания процессов в пустоте"[1]. При понимании пустоты как сущности взаимозависимости надо иметь в виду, что мадхьямики познают в самом деле отсутствие сущности, вернее, самосущности. В отличие от низших школ буддизма – Вайбхашики и Саутрантики, придерживающихся, что мгновенные элементы – дхармы существуют реально (первая считает их вечными, постоянными независимо от момента их проявления, а вторая – абсолютно реальными, даже момент им тождествен), мадхьямики в сутрах праджняпарамиты утверждают, что все элементы – дхармы пусты от самобытия и существуют лишь номинально, они не имеют признаков (пустотны от атрибутов – великий Нагарджуна отрицает восемь из атрибутов, которыми были наделены дхармы). Но вместе с тем мадхьямики приписывают атрибутам их эмпирическое значение, например, рождению и исчезновению. При этом они отрицают пригодность атрибутов для описания истинно-сущего.

В результате анализа суперполевого подхода к физическому вакууму мы пришли к следующему: а) вакуум как пространство-время

[1]Цит.по: Дзунба Кунчог Жигме Ванбо. *Драгоценное ожерелье учений философских школ*. С. 110.

Минковского М (многомерное, т.е. компактифицированное M^6_{10}, так как суперполе подчиняется принципу локальной калибровочной инвариантности (ПЛКИ)) без каких-либо *реальных* частиц (и как следствие состояние квантового поля в М характеризуется минимумом плотности энергии); б) вакуум – это совокупность виртуальных частиц, существующих и испытывающих разнообразные превращения в М; в) количественно квантовое поле описывается совокупностью операторов рождения и уничтожения частиц, действующих на особую функцию, называемую "вакуумным состоянием", а качественно же оно представляет собой некоторую область М, в точках которой могут исчезать и возникать точечные *квантовые объекты*. Суперполевой подход, стало быть, под "физическим вакуумом" понимает особый физический объект, представляющий собой совокупность виртуальных частиц, существующих и испытывающих разнообразные превращения в макроскопическом пространстве-времени Минковского. Значит, вакуум можно представить "морем" (Дирак) виртуальных процессов. Поэтому вакуум не может представляться пустым, напротив, он содержит бесчисленное множество хаотически рождающихся и уничтожающихся (мгновенных) виртуальных частиц ("кипящий" вакуум).

В некотором смысле своеобразное "кипение" вакуума обусловлено рекреационным процессом, т.е. исчезновением частицы в одной мировой точке и последующим появлением этой же частицы в другой мировой точке макропространства-времени М. Мгновенное рождение и уничтожение возможных частиц избранного сорта происходит в избранных точках М. Это вначале. Далее, "кипением" рекреации охватываются все новые и новые точки М, вовлекая в неё все большее и большее число возможных частиц разного сорта. Таким образом, рекреационным "кипением" охватывается вся область М.

Вышеприведенное представление внутренне очень динамичного физического вакуума можно сопоставить с не менее, если не с более внутренне динамичным, чем вакуум объектом Махаяны – шуньятой, ибо она тоже, так сказать, охвачена "кипением" мгновенных санскрита-дхарм. Так, волнение "алая-виджняны" читтаматринов-виджнянавадинов вызывает на поверхности её мгновенные явления, всплески-вспышки, которые сарвастивадинами (последователями низших школ буддизма – Хинаяны) признаются как реальные, истинные признаки дхарм. Так как истинных дхарм, согласно Читтаматре, в действительности нет, то элементы – проявления содержатся в алае-виджняне в виде "биджа"-семян, или зародышей – возможностей, которые всплывая на момент, образуют эмпирическое бытие на фоне индивидуального абсолютного

сознания. Значит, Читтаматра отрицает дхармы как единичные сущности и признают их как *формы проявления* алая-виджняны (в этом смысле, напомним, они реальны). Отсюда следует, что дхармы в виде "биджа"-семян являются виртуальными объектами в алая-виджняне ничем не уступающими по сходным характеристикам виртуальным частицам, в совокупности образующих физический вакуум. Если можно так выразиться (вернее, назвать) "эффект Капры", т.е. стремление находить поразительные параллели между восточным мистицизмом (в частности, буддизмом) и современной физикой и выдавать эти параллели за "принципиальные совпадения" (Фр. Капра) последних, действует и на нас: так хочется выдавать функциональную модель пустоты метафорического учения Читтаматры (как сам Будда считает это учение вспомогательным в смысле по отношению к Мадхьямике и в силу этого он совершил третий поворот колеса Дхармы) за изобразительную и тем самым утверждать, что Читтаматра, хотя и "задним числом" подтверждает изобразительный характер (в самом деле функциональной) модели вакуума истинных (в действительности метафорических) физических теорий, выражающих квантово-полевой подход к общей ТЭЧ. Магию "эффекта Капры", если использовать её правильно, о чем мы скажем подробно чуть ниже, то "магический эффект" будет продуктивным, а если неправильно, то контрпродуктивным.

Если дальше продолжим наше исследование параллелей между Читтаматрой и метафорическими физическими теориями, представляющими суперполевой подход к физическому вакууму: калибровочные (включая грандкалибровочные GUT-теории и суперкалибровочные SUSY-теории) теории и теория суперструн, то придем, как нам думается, к тем же выводам как в случае с КТП. Только лишь при этом заметим, что если будем считать метафорическое учение Читтаматры о шуньяте достоверным (и его модель пустоты изобразительной) и перечисленные выше метафорические физические теории истинными физическими теориями (и их модели физического вакуума изобразительными), то безусловно будем думать, что возможное эвристическое взаимовлияние их друг на друга продуктивным. Тут вспомним магию эффекта Капры, в действительности отождествление метафорических учений, теорий и функциональных моделей с истинными учениями, теориями и изобразительными моделями ведет к контрпродуктивному результату, несмотря на хорошие подтверждения этих теорий точными экспериментами. В самом деле, вспомогательная роль первых в формировании вторых выполняет эвристическую функцию, т.е. их взаимовлияние продуктивно.

После рассмотрения возможностей продуктивного эвристического

влияния учения о пустоте Читтаматры на формирование квантово-полевых представлений о физическом вакууме, как говорится, настала очередь Мадхьямики Сватантрики. Напомним, согласно читтаматринам, виртуальные частицы и процессы, наблюдаемые в вакууме, обладают, вернее обладали бы номинальным существованием (несуществующий кунтаг или приписываемое), т.е. они не обладают независимым субстанциональным существованием. Тогда эти объекты, по Читтаматре, являлись бы (все-таки речь идет о возможном эвристическом влиянии) шенвангом и в этом смысле они существовали бы истинно, стало быть, реально. Как уже нам известно, в Сватантрике даже шенванг пуст от субстанции, но в то же время он существует и его существование иллюзорно, что не тождественно ничто. Нам думается, именно эта функциональная модель пустоты сватантриков сыграла бы эвристическую функцию в определении природы виртуальных частиц и процессов, происходящих в вакууме. Согласно этой модели, будучи иллюзорными объектами (что в некоторой степени соответствует иллюзорная реальность Мадхьямики виртуальной реальности) виртуальные вакуумные частицы и виртуальные вакуумные процессы все-таки существовали бы в силу их собственных характеристик, т.е. благодаря их квантовым величинам массы, заряда и др.

Известно, что Прасангика отрицает собственные характеристики объектов Сватантрики, иначе говоря, ничто существующее со стороны объекта, вне зависимости от наименования. Она постулирует, что все существует как наименование, т.е. единственное, что не отрицается в Прасангике – это номинальное существование объектов. Если рассуждать о вакууме в духе Прасангики, то получается следующее представление о нем: физический вакуум как компактифицированное пространство-время Минковского M_{10}^{6} (многомерное, так как суперполе подчиняется ПЛКИ) без каких-либо реальных частиц, т.е. в нем (M_{10}^{6}) существуют виртуальные частицы, испытывающих разнообразные превращения, в действительности является наименованием, данной мыслью. Но вместе с тем, согласно Прасангике, несмотря на свое номинальное существование, он воспринимался бы нами как внешний объект. Как известно, статус вакуума зависит, собственно говоря, от статуса виртуальных частиц. Последние послужили бы для прасангиков в качестве общеизвестной основы для обозначения его мыслью. Значит (или значило бы), физический вакуум как особый физический объект, представляющий собой совокупность виртуальных частиц, существующих и испытывающих разнообразные превращения в макроскопическом

пространстве-времени Минковского, благодаря своей основе существует как внешний предмет. При этом виртуальные частицы и процессы, как представляли бы прасангики, лишенными самобытия (то же, что самосущности – свабхавы). Вот это отсутствие самобытия, независимого субстанционального существования виртуальных объектов физического вакуума за пустыми формами и свойствами, хотя эти пустые формы (“рупа”) и качества существуют независимо от нашего сознания (напоминают улыбку чеширского кота, остающуюся когда сам кот исчезал – из сказки Л. Кэррола “Алиса в стране чудес” – “акциденцию без субстанции”), т.е. объективно, прасангики называют “шуньятой внешнего”. Напомним, в отличие от них читтаматрины утверждали бы, что виртуальные вакуумные объекты как пустые формы и качества суть продукты нашего сознания, иначе, проекции ума. Если продолжить мысль прасангиков, то получается следующее представление: безатрибутная абсолютная сущность – шуньята каким-то непостижимым механизмом развернута (“прапанчате”) и проявляется в образе эмпирического “сансарного” бытия, к примеру, физического вакуума в виде виртуальных частиц и их взаимодействий, сильно напоминающих мгновенных проявлений то одних, то других санскрита-дхарм, группирующихся по определенным законам и образующих, как следствие, данный объект.

Как уже мы знаем, отсутствие самобытия у номинально существующих объектов определяется взаимозависимым происхождением последних. По отношению к различным вакуумным состояниям калибровочных теорий взаимозависимое происхождение можно трактовать следующим образом. Так как обнаруженное в калибровочных теориях множество вакуумных состояний есть не что иное как вырожденный вакуум, который характеризуется набором различных возможных состояний, различающихся числом и распределением голдстоуновских безмассовых и бесспиновых частиц, то так называемое скалярное хиггсово поле есть вырожденный вакуум со спонтанно нарушенной симметрией, т.е. находящийся в одном из своих вырожденных состояний. Возникновение скалярного хиггсова поля, стало быть, причинно связано со спонтанным нарушением симметрии вакуума. Вместе с тем, нарушение симметрии вакуума, в свою очередь, объясняется “просачиванием” полей Хиггса через некоторый потенциальный барьер. Таким образом, оба явления – хиггсово поле (вырожденный вакуум) и нарушение симметрии вакуума – имеют, как выразились бы прасангики, взаимозависимое происхождение так как они причинно взаимосвязаны. Более того, часть одного из состояний вырожденного вакуума будет иметь меньшую симметрию и более низкую энергию и вследствие этого она будет

“раздуваться”. Неустойчивость вакуума является причиной рождения не только частиц, но и вселенных[1]. Следовательно, вырожденный вакуум зависит от своей части, так сказали бы прасангики, и поэтому он неустойчив. При этом они добавили бы, что вакуум непременно зависит от своего названия, т.е. он пуст от истинного существования и самобытия, поскольку все феномены существуют в силу обозначения мыслью. Это наиболее тонкий уровень взаимозависимого происхождения, чем грубый и средний- зависимость от причин и от частей.

Клепсодинамический подход к физическому вакууму и шуньята Мадхьямики Прасангики. Начнем с проблемы элементарности[2].

В ККД в зависимости от представлений, приводимых и неприводимых относительно различных мировых роев в М (“мировой клепсидре”) у частицы то появляется, то исчезает микроструктура и, следовательно, она не элементарна при её появлении и элементарна при её исчезновении[3]. Отсюда значит, что элементарные (бесструктурные в классическом смысле) частицы в М при переходе в М в одних условиях “приобретают” микроструктуру, становясь составными частицами, а в других – сохраняют свою бесструктурность, стало быть, элементарность. Теперь сказанное выше сопоставим с высказыванием самого Нагарджуны: “Ибо те вещи, происхождение которых взаимообусловлено, не имеют

[1]Гут А.Г., Стейнхард П. Дж. *Раздувающаяся Вселенная* // В мире науки. 1984. № 7. С. 68. Так же см.: Мостепаненко А.М. *Проблема существования в физике и космологии*. – Л., 1985. Гл. V. § 4.

[2]Обзор литературы и методологический анализ проблемы элементарности см.: Степанов Н.И. *Концепции элементарности в научном познании.* – М., 1976. Так же см.: Барашенков В.С. *Существуют ли границы науки.* – М., 1982; Пахомов Б.Я. *О критерии относительной элементарности // Философские проблемы физики элементарных частиц.* – М., 1963; Чу Дж. *Кризис концепции элементарности // Будущее науки.* – М., 1968. Вып. 2; Бранский В.П. *Теория элементарных частиц как объект методологического исследования.* – Л., 1989; и др.

[3]Вследствие этого, понятие элементарности становится относительным: по отношению к одному мировому рою частица является “элементарной”, а по отношению к другому мировому рою – “неэлементарной”. Значит, по отношению к различным мировым роям у частицы то появляется, то исчезает микроструктура, но в то же время она остается бесструктурной (“истинно элементарной”) частицей в пространстве-времени Минковского М. Следовательно, по отношению к “истинно” элементарным частицам не применимы предикаты “состоит из” или “делима на”. (Как писал В. Гейзенберг: “”Делима на”, “состоит из” обладают лишь ограниченным диапазоном применимости”. См.: Гейзенберг В. Космическое излучение и фундаментальные проблемы физики // УФН. 1977. I. 121. Вып. 4. С. 669-672). Поэтому, можно усомниться в истинности утверждения о том, что в буддизме неделимых частиц нет, что они бесконечно делимы как в картезианстве (в смысле “дурной бесконечности” Гегеля). Частица в одном отношении абсолютно неделима (в макроскопическом псевдоевклидовом пространстве-времени Минковского М в смысле отсутствия макроструктуры она является “истинно” элементарной), а в другом отношении относительно неделима (в квантованном немакроскопическом в пространстве-времени Минковского М в смысле отсутствия микроструктуры).

самосущего: оно отсутствует по определению. Почему? Из-за зависимости *от причин и условий*. Ибо если бы существующие вещи имели самосущее, то они были бы *беспричинны* и *безусловны*. Но они не такие. Поэтому о бессамосущих говорится, что они *пусты* в силу бессамосущности. Значит, и моё высказывание в силу взаимозависимого происхождения лишено самосущности, но в силу бессамосущности оно пусто и достоверно”[1] [курсив мой – Д.О.]. Из нашего сопоставления следует, что концепция взаимозависимого происхождения Нагарджуны не проливает дополнительного света на критерий элементарности частиц (в этом смысле не обладает необходимой эвристичностью данная концепция на своем первом грубом уровне – зависимости от причин и условий).

Если подвергнуть анализу этот критерий с позиции третьего тонкого уровня взаимозависимого происхождения Мадхьямики Прасангики – зависимости существования феноменов от обозначения мыслью, то, на наш взгляд, можно обнаружить возможную эвристичность этого положения буддизма. Дело в том, что когда вначале Вигнер конкретизировал понятие элементарной частицы посредством понятия *неприводимого представления P в H*, а позже Бранский конкретизировал его с помощью понятий ККД: *ультрарелятивистского пакета, макро-* и *микроструктур* и др., то они несомненно, как выразились бы прасангики, *обозначали* мыслью достоверные основы общеизвестных элементарных частиц, не противоречащих относительной достоверности и номинальному существованию. Говоря в общем, можно предположить, что *рациональный смысл* тонкого уровня взаимозависимого происхождения – *зависимости существования феноменов от обозначения мыслью* заключается в том, что семиотические (знаковые) средства играют эвристическую роль в постижении действительности. Дело в том, что любое знание, выраженное вербально, т.е. в языковой форме, является системой семантических и синтаксических значений дескриптивных и логических терминов. В свою очередь, любой дескриптивный термин включает в себя два компонента: собственно концепт (смысл) и его проекцию на обозначаемый термином объект (денотат). Как тут не вспомнить “проекцию ума” читтаматринов? Кроме того, структура дескриптивного термина, т.е. связь имени (номина) с обозначаемым им объектом (денотатом) без “подгонки” походит на взаимосвязь достоверной основы и данного ей наименования прасангиков[2]. Между

[1]Цит. по: Андросов В.П. *Нагарджуна и его учение.* С. 190.

[2]Собственно говоря, такие совпадения не удивительны, ибо знанию присуща так называемая интенциональность: отнесенность гносеологического образа к реальному или воображаемому объекту. Как правило, знание всегда сопровождается психическим чувством уверенности в его истинности (Ведин Ю.П. *Познание и знание.* – Рига, 1981. С. 306).

тем, они говорят, что объекты существуют просто номинально. Но последнее у прасангиков означает отрицание всех других видов существования – истинного существования, самобытия, существования со стороны объекта. Позже вернемся к этому.

Речь выше шла только о дескриптивных терминах, ибо логические термины не имеют денотатов и по причине этого не являются именами, следовательно, не выражают концепты и не интенциональны. Их роль в предложении – придание ему логической формы. Поэтому к номинальному существованию прасангиков они не имеют отношения. Материальной "оболочкой" (субстанцией) знания как идеального феномена выступает язык (речь или тексты). Мыслительные процессы, происходящие в сознании человека, опираются на речь как на субстанцию мыслей. Вместе с тем, речь состоит из слов и предложений, т.е. знаков, обозначающих мыслительные образы.

Геше Тинлей, обсуждая проблему поиска неделимой частицы как субстанционально существующего объекта, приходит к выводу о том, что в ходе этого поиска у ученых могут "возникать очень много *терминов наименований* (курсив наш – Д.О. По нашей терминологии, множество умозрительных концепций, иерархии метафорических теорий и функциональных моделей как в поиске общей ТЭЧ), но ни единого субстанционально существующего объекта"[1] ученые не обнаружат. Этот вывод был бы достоверным по отношению к физическому вакууму (согласно квантовой клепсодинамике), а не по отношению к элементарным частицам. В то же время Геше Тинлей имплицитно признает *эвристическую роль* "терминов и наименований" в научном поиске, т.е. семиотических (знаковых) средств и систем в постижении мира[2]. Эту роль красноречиво подтверждает "непостижимая эффективность" математики в естественных науках (теории групп в физике элементарных частиц вообще, теории представлений группы Пуанкаре в "пространстве" Гильберта в частности), граничащей с мистикой[3]. Абсолютизация относительной самостоятельности знаковых структур привела Е. Вигнера к мистической непостижимой

[1]Геше Джампа Тинлей. *Ум и Пустота.* С. 167.

[2]Об эвристической роли знаков см.: Коршунов А.М., Мантатов В.В. *Теория отражения и эвристическая роль знаков.* – М.: Изд-во МГУ, 1974.

[3]Вигнер Е. *Непостижимая эффективность математики в естественных науках* // УФН. 1968. I.94. Вып. 3. С. 536. Здесь не будем обсуждать рациональный смысл "непостижимой эффективности" математики в физике (один из её аспектов является метод математической гипотезы), он в достаточной мере раскрыт в следующих монографиях: Бранский В.П. *Теория элементарных частиц как объект методологического исследования.* – Л., 1989. С. 248; Кузнецова И.С. *Гносеологические проблемы математического знания.* – Л., 1984; *Методологические принципы физики* / Отв. ред. Б.М. Кедров и Н.Ф. Овчинников. – М., 1975 и др.

эффективности математики в физике, а прасангиков (последователей Нагарджуны – Арьядеву, Шантидэву, Буддапалиту, Чандракирти и др.) – к номинальному существованию объектов, исключающих все другие виды их существования: истинного существования, самобытия, существования в силу собственных характеристик (Сватантрика), т.е. со стороны объекта.

Таким образом, эвристическая функция тонкого уровня взаимозависимого происхождения прасангиков – зависимости от обозначения мыслью заключалась бы в *эффективности* знаковых структур, *выбранных* на основе основополагающих научных принципов, адекватных постигаемой реальности и, в свою очередь, отобранных на основе *эффективных* философских принципов. По отношению к физике сказанное сводится к выбору фундаментального теоретического закона на основе фундаментальных теоретических принципов (или принципа), обладающего эффективными объяснительной и предсказательной функциями. Новая формула как математическая знаковая структура выбирается из множества новых математических структур (как правило, из новых разделов математики) не на основе чисто формальных соображений, а на основе содержательных допущений – теоретических принципов. Воистину как утверждает П. Дирак: "Изящная математика сама по себе не является достаточным основанием для того, чтобы теория оказалась истинной. Мы все-таки должны учиться искать фундаментальные принципы природы"[1]. Так сказать, плодотворный поиск фундаментальных принципов природы направляется "серьезной" философией (В. Гейзенберг). На наш взгляд, мера этой "серьёзности" определяется эффективностью философских принципов в выборе фундаментальных теоретических принципов из множества умозрительных принципов. Поэтому выбранный В.П. Бранским квантовый принцип относительности (КПО) на основе философского принципа – принципа онтологического негеоцентризма (или немакроцентризма), серьёзно претендует на роль фундаментального теоретического принципа будущей общей ТЭЧ. Думается, не будет ошибкой наше утверждение о том, что этот принцип на стадии программного исследования ККД выдержала проверку методом потенциальной дедукции. Дело в том, что прежде (т.е. в рамках суперполевого подхода к ТЭЧ) независимые фундаментальные проблемы физики частиц, такие как проблемы внутренней симметрии, фейнмановского взаимодействия, локальной калибровочной инвариантности, элементарности, калибровочных эффектов (асимптотической свободы и конфайнмента, хиггсова поля и хиггсова механизма генерации масс, грандсимметрии и суперсимметрии и др.), классификации элементарных частиц, виртуальных частиц и физического

[1]Цит. по: Бранский В.П. Указ. книга. С. 248.

вакуума и др., оказались в квантовой теории относительности (КТО) связанными (как сказали бы прасангики они имеют взаимозависимое происхождение) и получают решение из одного источника – КПО. В последнем смысле, если можно так называть, буддийский принцип взаимозависимого происхождения в смысле методологического требования проблемной простоты (“правила гордиева узла” (В.П. Бранский) могла бы сыграть селективную функцию в отборе теоретических принципов в научном познании.

В ходе построения КТО и её, так сказать, контуров В.П. Бранским были введены в научный обиход много новых немакроскопических понятий и представлений (“терминов и наименований”, по Геше Тинлею) типа: “квантовой системы отсчета” (КвСО), “мировой клепсидры” (М), “индукционно-редукционного процесса” (ИРП), “ультрарелятивистского пакета”, “микроструктуры”, “макроскопизации” и др. В свою очередь, эти новые понятия и представления (тем более в силу своего немакроскопического характера) требуют, если можно так выразиться, “макроскопизации” и интерпретации. Это требование, согласно Прасангике, гласило бы примерно так: связать эти термины и наименования, данные (“обозначенные”) мыслью с достоверными основами, которым они присвоены. В связи с этим ещё раз подчеркнем, когда в Мадхьямике Прасангике постулируется номинальное существование, под последним имеется в виду не только одно лишь наименование, а его связь с достоверной основой, т.е. с денотатом. Следовательно, общеметодологическое значение мадхьямического принципа взаимозависимого происхождения в его тонком уровне – зависимости существования феноменов от обозначения мыслью заключается в требовании последовательного проведения семантической, эйдетической и эмпирической интерпретации (в общем, физической интерпретации) теоретической гипотезы (математической схемы) в физике, т.е. в конечном счете опытного обнаружения (и потому достоверной) основы для наименования, иначе, сам искомый объект. Согласно нашей первоначальной задаче, таковым является физический вакуум.

Вернемся теперь к элементарным частицам. Согласно квантовой клепсодинамике, они возникают в результате индукционно-редукционного процесса в мировой клепсидре. ИРП в М как нефейнмановское взаимодействие в количественном отношении описывается обобщенным уравнением Вигнера. В нем присутствуют в качестве достоверной основы для обозначения мыслью (по Прасангике) не сами частицы, а групповые свойства частиц. Последние определяют, вопреки мнению Демокрита (он предполагал, что “истинно элементарные”

– неделимые объекты типа атомов должны быть абсолютно стабильными), изменчивость (взаимопревращаемость) элементарных частиц. Если быть более точным, то квантованная группа Пуанкаре Р в квантованном “пространстве” Гильберта Н объясняет сочетание изменчивости частиц с отсутствием у них макроструктуры. Таким образом, теоретико-групповой механизм взаимодействия позитивно разрешает одну из неразрешимых антиномий Канта: в равной степени можно доказать как то, что “истинно” элементарные частицы существуют, то и то, что их нет.

Если обратить наше внимание к среднему уровню взаимозависимого происхождения прасангиков – зависимости существования феноменов от частей, то нам необходимо проанализировать в свете ККД так называемые “композиционные” модели “элементарных” частиц, принадлежащих “ядерной аристократии”. Рассмотрим, к примеру, общеизвестную кварковую модель адронов[1]. Сразу заметим, сам термин “кварк” для обозначения гипотетической частицы заимствован Мюрреем Гелл-Маном из романа Джеймса Джойса “Поминки по Финнегану”, в котором он обнаружил такую строку: “Три кварка для мистера Марка”, т.е. совершенно произвольно, причем, как сказали бы прасангики, когда достоверная основа для обозначения мыслью этим словом была абсолютно неизвестна науке и противоречила относительной достоверности и номинальному существованию. Поэтому главной проблемой новой теории – квантовой хромодинамики (КХД) стала проблема реального существования кварков[2]. Дело в том, что кварки – частицы не встречающиеся в свободном состоянии. Они удерживаются внутри “бесцветных” адронов как в “плену” и практически невозможно освобождение кварков и глюонов из адронного плена. Такое “пленение” частиц внутри составной частицы называется конфайнментом.

Из сказанного вытекает, что кварки (и глюоны, связывающие их в

[1]Кроме неё существуют нуклонная модель пионов (Ферми и Янг, 1949); сакатонная-мезонов (Саката и Окунь, 1956-1957); октетная-адронов (Гелл-Ман и Нееман, 1961); разновидности кварковых моделей-“бесцветная” кварковая – адронов (Гелл-Ман и Цвейг, 1964); “Цветная” кварковая из целозаряженных кварков для адронов (Намбу и Хан, 1965); “цветная” кварковая из дробнозаряженных кварков для адронов (Гелл-Ман и Вейнберг, 1972); преонная модель кварков и лептонов (Пати и Салам, 1974) и др.

[2]Здесь не будем обсуждать проблему физической реальности кварков. Она в достаточной степени обсуждена в методологической литературе. В частности см.: Верешков Г.М., Минасян Л.А. *Квантдействия, суперсимметрия и самоорганизация // Философские вопросы исследования современных проблем квантовой теории* / Отв.ред. Сачков Ю.В., Тягло А.В. – М.: ИФАН, 1991. С. 81-87. В этой статье эта проблема ими обсуждается с точки зрения необходимы (принципиальной наблюдаемости, инвариантности, причинности, законности, непротиворечивости (системности)) и достаточных (согласованности теории с экспериментом, чувственной воспринимаемости и др.) критериев реальности физических объектов.

адроне), как сказали бы прасангики, не обладают самобытием (самосущностью), существуют в зависимости от целого, т.е. от адрона, частями (элементами) которого они являются. По Прасангике, адрон пуст, ибо его существование зависит от частей-кварков и глюонов. Следовательно, адрон внутренне как бы "разделено" на противоположные части, одна из которых представлена кварками, другая глюонами (так называемым глюонным конденсатом). "Внутренняя связь аддитивных кварков в адроне, – пишут Г.М. Верешков, Л.А. Минасян, В.П. Савченко, – как предполагается в настоящее время, обусловливается особенностями глюонного вакуумного конденсата"[1]. Следовательно, в КХД глюонный вакуумный конденсат определяет целостность адрона. В физике сильных взаимодействий так называемые вакуумные конденсаты представляют собой области перестроенного вакуума с *ненулевой* энергией. Значит, в вакууме КХД нарушаются исходные симметрии, сопровождающиеся возникновением вакуумных конденсатов с ненулевой плотностью энергии. Чем не зависимое происхождение прасангиков – возникновение от зависимости от причин и условий Нагарджуны? Более того, по современным (суперполевым) представлениям такие свойства как спин, заряд, масса, цвет и др. возникают в зависимости от взаимодействий с определенным типом вакуумных конденсатов. Все возможные вакуумные конденсаты, стало быть, выполняют как бы функцию *макроусловий* относительно которых проявляются свойства элементарных частиц.

Вакуумный глюонный конденсат, исходя из сказанного выше, является частью адрона. Вместе с тем, можно утверждать, что любой физический объект как целое в качестве одной из частей содержит определенное состояние физического вакуума. "Вакуумно-глюонный конденсат выступает как конкретно-всеобщая часть целого, является той связью, через которую кварки и адроны раскрываются и как часть и как целое в одном и том же отношении и в одно и то же время"[2]. Исходя отсюда, диалектическое тождество части и целого, по мысли авторов статьи, дает методологическое обоснование конфайнмента кварков. Следуя в некотором роде мадхьямической холистской традиции, они утверждают о возможности существования в природе объектов, обладающих структурой, элементы которой ни при каких обстоятельствах не могут быть отделены от них в качестве объектов, обладающих самобытием (самосущностью) или то же и что самостоятельным субстанциональным

[1]Верешков Г.М., Минасян Л.А., Саченко В.П. *Диалектика целого и части в физике кварков* // Философские науки. 1988. № 8. С. 52.

[2]Верешков Г.М., Минасян Л.А., Саченко В.П. *Физический вакуум как исходная абстракция* // Философские науки. 1990. № 7. С. 20-29. Так же см.: Минасян Л.А. *Вакуум (методологический анализ современного состояния физики элементарных частиц).* – М., 1993.

существованием. Таким образом, концепция конфайнмента кварков, следуя за мыслью Л.А. Минасян и др., не тривиально обобщает диалектическое соотношение категорий целого и части, что означает тот факт, что в мире микрочастиц из понятия "состоит из" однозначно не следует "делима на". Это значит, в КХД не рассматриваются кварки и адроны как самостоятельные субстанции, а постигаются их свойства в зависимости от макрообстановки (макроусловий), т.е. вакуумно-глюонного конденсата. Как считают Минасян и др., так как в физике высоких энергий масштаб процессов, происходящих в ней, много меньше размеров адрона, то глюонный конденсат можно приближенно принять как макроскопический объект (классическое поле). В свете этого, модель конфайнмента носит *изобразительный* характер и в целом модель физического вакуума как макроскопической составляющей единого самодействующего суперполя тоже наделена реальностью, т.е. *изобразительным* статусом. По мысли Минасян и др., ибо, вакуум, порождая макросоставляющую суперполя не исчезает, а продолжает играть роль конкретно-всеобщей части целого, по отношению к которой проявляются такие характеристики микрообъектов, как масса, заряд, спин, цвет и др. В общем, модель физического вакуума, как представляют Минасян и др., имеющей объективный аналог и играющей эвристическую роль в постижении микромира и его объектов и в этом смысле совпадает в основном с моделью шуньяты в смысле взаимозависимого происхождения Прасангики, последователи которой считают реалистической.

Теперь сказанное выше рассмотрим в свете квантовой клепсодинамики. В ней рассматривается так называемый хроногеометрический эффект Зеемана (ХЭЗ), который объясняет превращения (в том числе, множественное рождение) элементарных частиц, т.е. их изменчивость и многообразие посредством понятия нефейнмановского взаимодействия (ИРП). В числе одного из главных преимуществ ККД перед суперполевым подходом в общей ТЭЧ можно назвать то, что она с помощью ХЭЗ строит *естественную теоретическую классификацию* элементарных частиц[1], обладающей довольно мощными

[1]В истории ТЭЧ существуют подобные классификации, которые осуществлялись, как правило, на основе композиционных моделей (якобы изобразительных по своему характеру). К их числу можно отнести обсуждаемую нами кварковую модель адронов. Недостатком таких классификаций является их *локальный* характер. Глобальные классификации в основном строились на эмпирической основе. К преимуществам предлагаемой ККД *глобальной* теоретической классификации можно отнести тот аспект, что она включает в себя в качестве своих элементов композиционные локальные классификации (обладает функцией объяснения), но в то же время предсказывает новые композиционные частицы (обладает функцией предсказания), которые можно положить в основу новых композиционных моделей и классификаций.

объяснительной и предсказательной функциями. При этом можно обнаружить *независимое* совпадение некоторых предсказаний ККД с предсказаниями различных калибровочных теорий. К последним можно отнести предсказания существования хиггсова частицы, скалярных глюонов, лептокварков, гравитино, гравитона и др. Это обстоятельство вполне объяснимо некоторой схожестью квантового принципа относительности (КПО) и принципа локальной калибровочной инвариантности (ПЛКИ), выполняющих фундаментальные функции в этих теориях.

Согласно ККД, в верхней части или полé мировой клепсидры происходит напомним, теоретико-групповая редукция (ТГР), результатом которой является возникновение наблюдаемого спектра элементарных частиц. Между тем, не все мультиплеты претерпевают процесс ТГР до самой верхней границы клепсидры в силу "остаточной" вырожденности по отдельным фундаментальным характеристикам или ограниченной редукции по ним; также внезапно исчезают они, "свертываясь" на промежуточных стадиях ТГР. Поэтому эти мультиплеты не подвергаются экспериментальной редукции и соответствующие им частицы будут ненаблюдаемыми, образуя конфайнмент[1]. Ненаблюдаемые частицы остаются вырожденными по конкретному значению "цвета" (или "метацвета") и находятся как бы на грани между бытием и небытием: как выразились бы прасангики, они не обладают самобытием, лишены субстанционального существования, так как соответствующие им частицы не существуют в свободном виде. Эти частицы существуют в зависимости от причин и условий, от целого и других частей, т.е., по Прасангике, имеют взаимозависимое происхождение как компоненты "свертывающихся" мультиплетов.

Если обратиться к клепсодинамической классификации элементарных частиц, то можно представить ранее упомянутый нами хиггсов механизм генерации масс частиц, участвующих в калибровочно-инвариантном фейнмановском взаимодействии, следующим образом. При локализации лептонов в макропространстве-времени Минковского М они "теряют" массы и обмениваются безмассовыми векторными флавонами в вырожденном вакууме, образованного из безмассовых скалярных флавонов, т.е. так называемых голдстоуновских частиц. В силу спонтанного нарушения симметрии вакуума (по Прасангике, причин и условий) лептоны и векторные влавоны поглощают скалярные флавоны. В результате возникают массивные лептоны, векторные флавоны (промежуточные бозоны и безмассовый фотон) и скалярный флавон

[1]См.подр.: Бранский В.П. *Теория элементарных частиц как объект методологического исследования*. С. 162.

(хиггсова частица). Стало быть, в зависимости от *макроскопизации* одной нижней строчки клепсодинамической классификации элементарных частиц[1], как говорится, на свет появляется квантовая флаводинамика (КФД) (Вейнберг, Салам и др., 1958-1968). Таким же образом можно истолковать взаимоотношение подсемейств частиц самой верхней и второй сверху строчек этой классификации. Эти интерпретации приведут соответственно к возникновению квантовой мезодинамики (КМД) (Юкава и Сакураи и др., 1935-1960) и квантовой хромодинамики (КХД) (Гелл-Ман, Вейнберг и др., 1965-1974)[2]. Значит, "горизонтальная" макроскопизация клепсодинамической классификации элементарных частиц (горизонтальных строчек табл. 4) приводит к последовательному возникновению ранее нами часто упоминаемой иерархии с несколькими поколениями *метафорических* теорий суперполевого подхода к общей ТЭЧ, стремящегося сохранить неизменным понятие макроскопического пространства-времени Минковского М. В свою очередь, "вертикальная" макроскопизация её приводит к сложной иерархии *функциональных* композиционных моделей. "Клепсодинамической основой такой иерархии, – пишет В.П. Бранский, – является существование частиц с *различным режимом конфайнмента*. Частицы, подчиняющиеся более строгому "пленению", кажутся "более фундаментальными", а менее строгому – "менее фундаментальными". С этой точки зрения кварки являются лишь разновидностью "плененных" частиц. Специфика этой разновидности состоит в том, что к ней относятся частицы с наиболее либеральным режимом "пленения""[3]. Выходит, что для "разглядывания" частиц со строгим режимом "пленения" нужна очень мощная "лупа", т.е. количество энергии, достигающих астрономических масштабов. По сравнению с более фундаментальными композиционными частицами, так сказать, "сконструированных", из частиц, находящихся в нижней строчке клепсодинамической классификации элементарных частиц (так возникают кварковая модель адронов, преонная модель кварков и лептонов и др.), свободные частицы (к примеру, электрон) должны казаться менее фундаментальными и в этой связи они должны "состоять", в свою очередь, из подобных кваркам или преонам несвободных частиц. Более того, сами кварки состоят из целой иерархии субкварков-преонов разного уровня (согласно табл. 4, последние представлены как метахромоны ("метацветные" частицы), которые должны изучаться по "идее" квантовой

[1]Бранский В.П. Там же см.: табл. 4. С. 165.
[2]Бранский В.П. Указ. книга: табл. 4. С. 165-166.
[3]Там же. С. 166.

преодинамикой)[1]. Сказанное выше как бы служит основанием иллюзии *сложности* элементарных частиц, их неисчерпаемости (вспомним ленинский принцип: "Электрон так же *неисчерпаем,* как и атом"), неприложимости к ним старых представлений бесструктурности, точечности и т.п. Клепсодинамическая трактовка конфайнмента, если можно так выразиться, рассеивает эту иллюзию. Дело в том, что *процедура макроскопизации* в ККД является не чем иным, как особым вариантом количественной проверки немакроскопических изобразительных моделей посредством функциональных моделей (даже целой иерархией последних). В этом смысле как раз композиционные модели фундаментальных частиц относятся к их числу.

Если вернемся к холистской концепции конфайнмента кварков Л.А. Минасян и др., то в свете ККД она представляет собой не элемент реалистической теории и её кварковая модель адронов не является изобразительной, а в действительности первая является фрагментом иерархии метафорических теорий суперполевого подхода к общей ТЭЧ и вторая – "рядовой" функциональной композиционной моделью (а не привилегированной) из целой иерархии таких моделей. В свою очередь, их концепция физического вакуума как макросоставляющая (вроде классического поля в виде изобразительной модели "вакуумно-глюонного конденсата как конкретно-всеобщей части любой целостности, через которую кварки и адроны раскрываются и как часть и как целое" (единого самодействующего суперполя и его модель – так сказать, из той "когорты", о чем сказано выше. Более того, Минасян, Верешков и Саченко являются "скрытыми" сторонниками своеобразного *культа* физического вакуума в физике частиц на рубеже XX-XXI веков[2], весьма похожего на *культ* эфира в классической физике на рубеже XIX-XX веков.

Теперь попытаемся рассмотреть калибровочные эффекты с клепсодинамической интерпретацией в свете Прасангики. В квантовой теории калибровочных полей конфайнмент, хиггсово поле и хиггсов механизм генерации масс, грандсимметрия (проблема происхождения заряда) и суперсимметрия (проблема происхождения спина) как

[1]Там же. С. 170. Стало быть, кварки теряют свое привилегированное положение по отношению ко всем частицам. Этого положения лишены преоны даже очень высокого порядка. Таким образом, в ККД существует полная корпускулярная "демократия", макроскопизация которой приводит к корпускулярной "аристократии". О субкварках-преонах также см.: Харари Х. *Структура кварков и лептонов // В мире науки.* 1983. № 6 и др.

[2]В своих работах эти авторы настойчиво и последовательно проводят мысль о том, что вакуум является элементом, "клеточкой" (исходной абстракцией вроде "товара" К. Маркса) любого физического процесса. Причем, эта *исходная абстракция* несет на себе элементы *всеобщего*, пронизывают все стороны исследуемого явления. См.: Верешков Г.М., Минасян Л.А., Саченко В.П. *Физический вакуум как исходная абстракция.* С. 24-25; Минасян Л.А. Указ. монография.

калибровочные эффекты не находят должного физического (и наглядного) объяснения как в квантовой клепсодинамике. Из сказанного ранее ясно, что процедура макроскопизации в ККД выполняет эту функцию, связывая немакроскопические изобразительные модели процессов, происходящих в мировой клепсидре, с функциональными моделями этих же процессов в метафорических калибровочных теориях. Именно процедура макроскопизации как интерпретация физического смысла функциональных моделей вышеперечисленных калибровочных эффектов указывает на прасангиковские *достоверные основы* этих эффектов, попутно "онагляживая" их. По Прасангике, стало быть, калибровочные эффекты типа конфайнмента и др. существуют только *номинально* (они, так сказать, бессамостны, лишены самостоятельного субстанционального существования или самобытия (и самосущности)) как наименования, присвоенные их достоверным основам, обнаруженным, как выразились бы прасангики, в ходе абсолютного и относительного анализов, проведенных ККД. Выше мы постарались воспроизвести основные моменты этих анализов.

Значит, метафорическое объяснение посредством метафорических теорий и их функциональных моделей немакроскопических явлений и процессов является чисто номинальным (формальным) объяснением, только лишь затрагивая количественную сторону последних. Поэтому такое объяснение должно дополняться содержательным (физическим) объяснением, т.е. физической интерпретацией формализованных систем.

Вновь вернемся к физическому вакууму, но рассмотрим его уже через призму Прасангики. Проведенный нами анализ физического вакуума с точки зрения ККД показал, что это понятие в ККД имеет двойственный смысл. Первый смысл данного понятия связан с "пустой" квантовой системой отсчета (КвСО). Следовательно, он как результат вторичного квантования на основе квантового принципа относительности (КПО) есть не особая физическая среда (вроде вакуумно-глюонного конденсата, например), а, благодаря "бесстраекторному" движению того микрообъекта, с которым связана КвСО, является, с точки зрения КлСО, своеобразной "флуктуирующей" пустотой. Эта "блуждающая" пустота настолько "живая", что создает ощущение некой внешней физической среды. А второй его смысл связан с "мировой глобулой" (Г), возникшей в результате макроскопизации ИРП (так как макроскопизация связана с акаузализацией, то дискретная клепсидра превращается в непрерывную глобулу, а не в непрерывный биконус ("мировой биконус")), т.е. совокупностью виртуальных частиц, заполняющих эту глобулу. Заполненная этими частицами глобула Г выглядит с макроскопической точки зрения как некоторая "физическая среда", которую можно

обозначить мыслью “вакуумом”, ибо в ней отсутствуют реальные частицы[1]. В действительности вакуум в ККД как некоторая физическая среда (“мировая глобула”), как основа для обозначения мыслью (по Прасангике) не достоверна, ибо он противоречит двум его характеристикам: он не наблюдаем подобно классическому эфиру (не существует как внешний объект и в силу этого противоречит относительной достоверности) и хотя вакуум общезначим (существует его культ, о чем неоднократно упоминали), но лишен субстанционального существования (самосущности) в силу в зависимости от совокупности виртуальных частиц (своеобразных санскрита-дхарм, лишенных самосущности в Прасангике)[2].

Вакуум как совокупность виртуальных частиц, претерпевающих различные взаимодействия в мировой глобуле, является вспомогательным (функциональным) умозрительным конструктом, а интерпретирующая его макроскопическая модель – функциональной. В свою очередь, вакуум как “пустая” КвСО (“флуктуирующая” пустота в КлСО) является реальным теоретическим конструктом, а его немакроскопическая модель – изобразительной. Как утверждали бы прасангики, в этом смысле вакуум имеет достоверную основу для обозначения мыслью, не противоречащих его трем, указанным ранее, характеристикам. Стало быть, вакуум в первом смысле (как “пустая” КвСО) удовлетворяет наиболее “продвинутому” уровню взаимозависимого происхождения Прасангики – зависимости его от своего наименования. Согласно ранее упомянутой нами цитаты великого Цонкапы, утверждающей о том, что представление о *пустоте* как сущности *взаимозависимости* указывает на *возможность протекания* процессов в пустоте, *функциональная* по своей природе модель пустоты Прасангики смогла бы сыграть *эвристическую* роль в становлении квантовой клепсодинамики и возможно сыграет эту роль в становлении общей ТЭЧ.

Сейчас попытаемся подвести некоторые *итоги* нашему компаративистскому анализу понятий “физического вакуума” и “шуньяты” буддийской философии. Согласно “драгоценнейшему из всех учений” Мадхьямике Прасангике (Будда), её понимание Шуньяты (в данном случае с большой буквы) является *конечным* воззрением о пустоте буддизма, т.е. носит в силу своей достоверности (с позиций прасангиков)

[1]Бранский В.П. *Теория элементарных частиц как объект методологического исследования.* С. 132-133.

[2]Как результат макроскопизации ИРП “мировая глобула”замещает (и совпадает) компактифицированное пространство-время Минковского M^6_{10} (многомерное, так как суперполе подчиняется ПЛКИ) в квантовых теориях калибровочных полей. Значит, второй смысл вакуума в ККД совпадает с вакуумом калибровочных теорий суперполевого подхода, а его анализ с точки зрения Прасангики мы уже провели.

реалистический характер, а все остальные воззрения о пустоте – метафорический. Имеются в виду воззрения Вайбхашики, Саутрантики, Читтаматры и Мадхьямики Сватантрики[1], а модели пустоты, связанные с ними, носят функциональный статус. Надо полагать, что модель пустоты, представленная Мадхьямикой Прасангикой, является изобразительной (так думают все прасангики), т.е. адекватной качественной определенности не самой пустоты, а *пустотности всех феноменов*. (В этом смысле, на наш взгляд, модель пустоты Прасангики носит функциональный характер). Таким образом, с одной стороны, имеется иерархия метафорических воззрений о пустоте и связанных с ними иерархия её функциональных моделей, в целом отражающих эволюцию идеи пустоты от низших школ буддизма до его высших школ. С другой стороны, имеется иерархия метафорических (даже в несколько поколений) физических теорий (от РКМ и КТП до теории суперструн) и связанных с ними функциональными моделями “физического вакуума”. Следовательно, из сопоставления (“исследования параллелей”, по Фр. Капре) параллельно выстроенных двух рядов функциональных моделей (и метафорических теорий) “физического вакуума” и буддийской шуньяты вытекают, что:

– имеется диспозиция метафорических теорий и воззрений и функциональных моделей с обеих сторон (диспозиция “метафорическое-метафорическое” и “функциональное-функциональное”);

– при определенных условиях последние могли бы сыграть (взаимно) – эвристическую роль по отношению друг к другу (вернее, играют ретроэвристическую роль, т.е. “задним числом”, ибо творцы тех или иных метафорических физических теорий и лежащих в их основе вовсе не подозревали (или не обращали должного внимания) о существовании таких же воззрений и моделей в буддизме, а сами последователи-ортодоксы тех или иных буддийских школ не всегда правильно (умело и уместно) использовали те или иные достижения современной физики для обоснования Дхармы);

– исследование параллелей между буддийскими воззрениями и современной физикой чревато обнаружением между ними эвристических (и антиэвристических) точек соприкосновения, обобщение которых могло бы выполнять конструктивно-эвристическую функцию по отношению к формирующейся общей ТЭЧ;

– ортодоксы тех или иных школ буддизма, как правило, считают

[1]Сказанное выше о метафоричности этих воззрений признают все, начиная с Васубандху (вспомним, сформулированный нами его принцип относительности к слушателям Дхармы) и кончая нынешним Далай ламой XIV Тензином Гьяцо, но только в других словах и выражениях.

воззрения и модели своих школ достоверными и реалистическими, т.е. конечными истинами (например, о пустоте). Также творцы тех или иных метафорических физических теорий и их функциональных моделей принимают их за истинные (метафоризм, т.е. отождествление метафорических теорий с истинными) и изобразительные. Иначе говоря, возникают диспозиции: "истинное-истинное" при *метафоризме* с обеих сторон и "изобразительное-изобразительное" при функциональных моделях также с обеих сторон. В этом случае их "эвристическое" взаимодействие (и взаимовлияние) всегда *контрпродуктивно* (как это видно из нашей критики неомистицизма Фр. Капры); – *продуктивное* взаимодействие между ними *возможно* при следующих диспозициях: "истинное буддийское воззрение (Прасангика в определенных пределах) – метафорическая теория" (квантовые теории калибровочных полей) и " изобразительная модель (к примеру, пустоты в этом воззрении) и функциональная модель (модель вакуума в этих теориях); "метафорическое буддийское воззрение (Вайбхашика, Саутрантика, Читтаматра, Сватантрика и Прасангика)[1] и метафорическая физическая теория (иерархия в несколько поколений таких теорий суперполевого подхода к общей ТЭЧ)" и "функциональная модель (соответствующие модели пустоты в этих воззрениях, рассмотренные нами ранее) – функциональная модель (иерархическая система таких моделей пустоты, начиная с "моря электронов" Дирака, кончая моделями пустоты как совокупности виртуальных частиц в M^6_{10} или в Г (мировой глобуле))"[2];

[1]Напомним, что все эти основные школы буддизма "разветвляются" на подшколы: Вайбхашика – на 18, из них коренных четыре – Йопармрава, Гендун, Пальчен, Нэдэмпа; Саутрантика – на последователи сутр (догматики) и последователи логики; Читтаматра – на Намдэнпа и Намцзумпа и Сватантрика-Йогачара Сватантрика и Саутрантика Сватантрика. Только Прасангика как конечное воззрение ("наисовершеннейшее" (Будда)) буддизма не имеет подшкол. Надо полагать, что их воззрения о пустоте образуют своеобразную *иерархию метафорических концепций и функциональных моделей*, по разнообразию и сложности ничем не уступающих иерархии в несколько поколений метафорических физических теорий суперполевого подхода и их иерархии функциональных моделей физического вакуума.

[2]В качестве частного вывода, вытекающего из рассмотренного нами случая "Учение Читтаматры и бутстрап-теория адронов Дж. Чу", можем предложить следующее: если их рассматривать как диспозицию "метафорическое воззрение – метафорическая физическая теория" и соответственно их модели как "функциональное-функциональное", то их взаимодействие (и взаимовлияние) носит *эвристический* характер, а в случае метафоризма "достоверное учение – истинная теория" и "изобразительная модель – изобразительная модель" с обеих сторон, то – *антиэвристический* (контрпродуктивный) характер в дальнейшем развитии физики (общей ТЭЧ). Стало быть, непонимание Фр. Капрой данного обстоятельства и приводит его к *метафоризму* и вследствие этого *превозношению* бутстрап-теории Дж. Чу и заодно восточного мистицизма (превращающего восточного мистика или буддиста в "бутстраппера").

"метафорическое буддийское воззрение (например, Прасангика) – истинная физическая теория (квантовая клепсодинамика при её экспериментальной верификации в будущем)" и "функциональная модель (к примеру, пустоты в Прасангике) - изобразительная модель ("пустая" КвСО, "флуктуирующая" в КлСО, к примеру в ККД)" при обосновании интерпретации и "достоверное буддийское (или любое другое) философское воззрение (отчасти о пустоте Прасангики) – истинная физическая теория (ККД в пределах оговоренных условий)" и "изобразительная модель (пустоты в Прасангике, оговоренной в основном тексте) – изобразительная модель (пустоты в ККД)" при взаимном обосновании друг друга.

Проведенное исследование позволяет выделить из буддийской Дхармы о Шуньяте так называемый *принцип пустоты* (или пустотности всего и вся) как постижение сущности махаянского взаимозависимого происхождения, имеющий без сомнения философско-онтологическое содержание. Последний обладает эвристическим потенциалом (при определенных ограничениях) в формировании общей ТЭЧ при выборе из множества умозрительных моделей (в основном принадлежащих классу вспомогательных функциональных моделей) физического вакуума, построенных огромным множеством вариантов (и подходов) общей ТЭЧ, его изобразительной модели (адекватной физической реальности и качественной определенности "физического вакуума" и также имеющей объективный аналог и играющей эвристическую роль).

Хотя с первого взгляда кажется, что проведенный нами *компаративистский анализ* множества вариантов (и подходов) физического вакуума (Л.Г. Антипина, В.П. Бранского, А.А. Гриба, Л.А. Минасян, А.М. Мостепаненко, Я.Б. Зельдовича и др.), в основном представляющих два альтернативных подхода (суперполевой и клепсодинамический) к нему. Это с одной стороны, а, с другой стороны, буддийских учений о пустоте (Вайбхашики, Саутрантики, Читтаматры и Мадхьямики) *не имеет отношения* к основной проблеме данного исследования – *эвристической роли философских принципов* в формировании новой теории, то в более глубоком рассмотрении его выявляется следующее:

Что касается замечания Геше Тинлея о том, что авторы работ по квантовой механике многое позаимствовали у Читтаматры, то он признает, что у последней, несмотря на свой метафорический характер (он знает об этом, так как утверждает, что не все постулаты читтаматринов верны и совершенны), есть *эвристический* потенциал по отношению к квантово-механическим теориям. Но в то же время, когда он утверждает, что ученые постепенно приходят к выводу о том, что все есть проекция ума, то он склонен к *метафоризму* и *превозношению* Читамматры, исходя из неправильной интерпретации фундаментальной роли измерительного прибора в квантовой механике (подобно Фр. Капре).

– исследование *параллелей* (компаративистский анализ) между буддийскими воззрениями о пустоте и множеством вариантов квантовых теорий и моделей физического вакуума позволяет обнаруживать между ними эвристических (и антиэвристических) отношений, обобщение которых могло бы выполнять *конструктивно-эвристическую* функцию в становлении общей ТЭЧ;

– указанная выше функция заключалась бы в *выборе* одной из числа возможных (реалистической или номиналистической[1]) *интерпретаций* физического вакуума (А.А. Гриба, В.П. Бранского, Л.А. Минасян, А.М. Мостепаненко и др.). Данная ситуация выбора сильно напоминает проанализированный нами случай с СТО: поиск правильной физической интерпретации преобразований Лоренца, т.е. придать так называемому местному времени t' буквальный физический смысл (что и сделал один Эйнштейн из троих: Лоренц и Пуанкаре выбрали контракционную гипотезу). В нашем случае дело имеем с *окончательно не сформировавшейся* общей ТЭЧ и, стало быть, *судьба* физического вакуума зависит от *физической интерпретации* (реалистической или номиналистической) природы вакуумных *виртуальных частиц* (аналог местного времени в СТО), т.е. от истолкования результатов метафорической (гибридной) теории. Здесь выполнил бы возможную эвристическую (селективную) функцию сформулированный нами на основании вышеозначенного компаративистского анализа *буддийский принцип шуньяты (пустоты)*.

В свете сказанного выше, в выборе реалистической или номиналистической интерпретации из множества возможных интерпретаций физического вакуума посредством буддийского принципа шуньяты наибольшие шансы имеются у модели (теории) физического вакуума, возникшей в рамках формирующейся квантовой теории относительности (КТО). В КТО физический вакуум как совокупность виртуальных частиц, взаимодействующих в «мировой глобуле» является вспомогательным (функциональным) умозрительным конструктом, а его интерпретирующая макроскопическая модель – функциональной (сторонники реалистической интерпретации вакуума: Л.А. Минасян, А.М. Мостепаненко и др. выдают эту номиналистическую интерпретацию за реалистическую и его функциональную модель за изобразительную). Значит, в действительности вакуум в КТО как некоторая физическая среда («мировая глобула») не существует, т.е. по Прасангике, как основа для обозначения мыслью не достоверна (виртуальные частицы являются «номинальными объектами»), ибо противоречит, несмотря на

[1]Как показал анализ, указанные интерпретации физического вакуума в общем зависят от природы виртуальных частиц.

общеизвестность, двум её характеристикам: абсолютной и относительной достоверности[1]. Следовательно, на основании буддийского принципа шуньяты (в интерпретации Прасангики) выбираем не реалистическую, а *номиналистическую* интерпретацию физического вакуума[2] (в отличие от местного времени в СТО, имеющего реальный смысл, виртуальные частицы в КТО реальностью не обладают). Это, с одной стороны. С другой стороны, согласно КТО, вакуум как «пустая» КвСО («флуктуирующая» пустота в КлСО) является реальным теоретическим конструктом, а его немакроскопическая модель – изобразительной. В этом смысле, согласно Прасангике, вакуум обладает достоверной основой для обозначения мыслью, не противоречащих его трем характеристикам. Таким образом, прасангиковское представление о пустоте могла бы сыграть эвристическую роль в выборе номиналистической модели физического вакуума, отрицающей заполненную виртуальными частицами КлСО (якобы изобразительной модели с точки зрения реалистической интерпретации физического вакуума). Здесь аналогия последней с классическим эфиром налицо. Устраняя модель вакуума с виртуальными частицами как изобразительную (как функциональная она остается) КТО «внедряет» на его «макроскопическое место» «блуждающую» в нем «пустую» КвСО (изобразительную немакроскопическую модель физического вакуума). Тем самым номиналистическая интерпретация вакуума КТО восстанавливает «справедливость», нарушенная им в связи с утстранением реалистической модели на макроуровне, «внедряя» ее на микроуровне. По-видимому, такова диалектика взаимосвязи изобразительных и функциональных моделей вообще, вакуума в особенности.

Говоря в общем, прослеживая концепции пустоты-вакуума с античности до наших дней, можно заметить следующее: пустота Демокрита как условие движения атомов – заполненное пространство Аристотеля[3] как условие движения тел; пустое (абсолютное) пространство Ньютона – заполненное эфиром (и "эфирными вихрями") пространство Декарта (и Лейбница); несколько позже идея абсолютно пустого пространства связывается с неподвижным эфиром как абсолютной системой отсчета. Между тем полевые представления в физике являются

[1]О трёх характеристиках достоверной основы для обозначения мыслью в Прасангике подробнее см.: Геше Дхампа Тинлей. *Ум и Пустота*. С. 142–145.

[2]Насколько этот выбор правильный покажет будущее, т.е. дальнейшее развитие общей ТЭЧ (и как следствие теорий физического вакуума).

[3]Аристотель. *Физика*. 214а-214 в. // Сочинения. – М., 1981. Т. 3. С. 136-137. Идея заполненного пространства Аристотеля через Ибн-Сину и др. доходит до Декарта и Лейбница. Идея пустого пространства Демокрита через Телезио, Франческо Патрици ("нулевое существование"), Кампанеллу и др. доходит до Ньютона.

развитием эфирных представлений на базе принципа близкодействия, отрицающие представление о пустоте в смысле абсолютного пространства Ньютона. Подобно тому как СТО кладет конец культу классического эфира, КТО кладет конец культу классической системы отсчета. Чуть позже это "святое место" классического эфира займет физический вакуум (целая иерархия его представлений от РКМ до теории суперструн). Таким образом, в эволюции понятия пустоты-вакуума возникают периодические кризисы. Нынешний кризис его связан с *преодолением* культа физического вакуума на рубеже XX-XXI веков. На смену заполненной виртуальными частицами классической системе отсчета приходит "пустая" квантовая система отсчета, т.е. как говорится, на новом "витке спирали" возвращаемся в известном смысле к демокритовской (изначальной) пустоте (что, однако, не означает возврата к ньютоновскому абсолютному пространству).

ЧАСТЬ III. СООТНОШЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКОЙ И РЕГУЛЯТИВНОЙ ФУНКЦИИ ФИЛОСОФСКИХ ПРИНЦИПОВ В ФОРМИРОВАНИИ НОВОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Анализ генезиса ряда фундаментальных физических теорий (от механики Галилея-Ньютона до квантовой клепсодинамики) и их структуры позволяет выявить в содержании научной теории *умозрительный* аспект, связанный с возникновением принципиально новых идей[1] и *эмпирический* аспект, подразумевающий связь этих идей с опытом. Поэтому в процессах формирования, функционирования и развития (смены) фундаментальных физических теорий возникает необходимость *сочетания* процедур *селекции* и *дедукции*. В этой связи требуется выяснение *соотношения* селекции и дедукции в научном исследовании путем корректного методологического анализа их роли в последнем. Такой анализ, в свою очередь, несомненно приведет к *различению* (прежде, как правило, отождествляемых) *селективной* и *регулятивной* функций (вследствие этого к различению селектора и регулятива) философии (и методологии) в формировании, функционировании и развитии физических теорий.

Проведенный нами анализ становления фундаментальных теоретических понятий классической механики (конструкта "инерция"), классической электродинамики (конструкта "электромагнитное поле"), релятивистской физики (конструкта "псевдоевклидовое пространственно-временное многообразие") и квантовой физики (конструкта "квантовый объект") показывает, что исходные понятия *новой* фундаментальной теории, т.е. принципиально новые теоретические идеи нельзя получить ни посредством индуктивного обобщения опытных данных ("нет прямого логического пути от опыта к теории" (Эйнштейн)), ни из старых

[1]При анализе возникновения новых идей в процессе формирования научной теории следует понимать под *идеей* и *понятие,* и *наглядное представление*, обладающих эвристическими возможностями по отношению к некоторой проблеме для её разрешения. В качестве примера можно привести представление. Оно противоречиво: это не просто чувственный образ, а опосредованный чувственный образ и может участвовать в формировании новой идеи и как вспомогательный образ (гештальт), и как исходный теоретический образ (теоретическое представление). Модельное представление наглядно и участвует в формировании умозрительного понятия, а умозрительная модель является основой формирования теоретического понятия. Сказанное здесь можно далее обобщить в том отношении, что теоретический (программный) и др. принципы являются *развитой формой* новых научных идей, ибо принцип как наиболее сложная (синкретическая) форма научного знания воплощает в себе в "концентрированном" виде и понятия, и наглядные представления или то и другое вместе. Отсюда следует, что программные теоретические принципы, образующие теоретическую программу фундаментальной научной теории являются центральными (и глобальными) идеями научного познания.

теоретических понятий путем дедукции[1], а формируются они в процессах творческого воображения. Последнее представляет собой подлинный источник генерации принципиально новых идей и принципов в науке. Только в процедурах умозрительного исследования (как уже знаем, оно включает в себя идеализацию старого знания целью получения "идеалов", выбор гештальта-наглядного структурного образа; процедуру замещения элементов гештальта идеалами и т.д.) возможно построение умозрительных понятий – конструктов. Дело в том, что процедура замещения элементов гештальта приводит к построению умозрительной модели, а приписывание содержания этой модели некоторой предметной области (процедура генерализации) – конструкту. (Термин этот возник в позитивистской литературе в середине XX столетия (Маргенау Г., 1950)). В свою очередь, приписывание конструкту некоторый не содержащийся в его определении признак приведет к построению умозрительного принципа. Между тем, умозрительные понятия (конструкты) могут быть спекулятивными, т.е. не допускающие опытную проверку или теоретическими – допускающие её. Только опыт решает истинность или ложность этих конструктов. Отсюда становится ясным смысл тезиса Пуанкаре: "Творить – значит выбирать, различать".

Умозрительный аспект содержания теории связан не только с умозрительным происхождением фундаментальных теоретических понятий, но и выбором их из множества умозрительных понятий. Но как

[1]В истории философии можно проследить и индуктивистов (абсолютизировавших и пропагандировавших индуктивный метод исследования): Бэкона, Гершеля, Уэвелла и др., и дедуктивистов (абсолютизировавших и пропагандировавших, в свою очередь, дедуктивные средства исследования): Декарта, Лейбница, Спинозу – каждый из которых считали свои методы *универсальными* в смысле "логики открытия". Однако уже Кант показал их ограниченную применимость. Эвристические возможности научной индуктивной логики в формировании научной теории ограничены эмпирическим исследованием – обнаружением элементарных эмпирических (отчасти, интегральных эмпирических) законов. Стало быть, индуктивным методом обусловлено происхождение эмпирических понятий и представлений (идей) и индуктивизм отождествляет последние с теоретическими понятиями и представлениями, т.е. индуктивисты Нового времени не различали их (а позже Милль и др. отождествляли феноменологическую конструкцию с научной теорией). Эвристические возможности дедуктивной логики в формировании научной теории, в свою очередь, ограничены феноменологической конструкцией на стадии эмпирического исследования, нефундаментальным теоретическим исследованием, так как поиск нового нефундаментального теоретического закона решается посредством процедуры дедуктивного вывода ("теоретическое доказательство" // См.: Бранский В.П. *Философские основания синтеза релятивистских и квантовых принципов*. С. 37), и теоретической гипотезой на стадии фундаментального теоретического исследования, ибо с ней связано дедуктивное развертывание фундаментального теоретического закона. В общем, дедуктивизм в методологическом плане отождествляет научную (физическую) теорию с теоретической гипотезой, ставшей дедуктивной системой, обладающей функциями объяснения и предсказания.

уже было отмечено, что окончательный выбор остается за опытом. Стало быть, физическая теория оказывается умозрительным знанием, согласующееся с эмпирическим знанием, т.е. синтезом умозрения и эмпирии[1].

Как показал анализ способов генерации упомянутых выше "четырех наиболее значительных конструктов в истории физики" (Р. Фейнман), участие в них философских принципов необходимо. Их эвристическая роль в генезисе научной теории всегда селективна. Так, например, Галилей, благодаря своему мировоззрению, которое сводилось преимущественно к следующим положениям: "нет действия без причины" (принцип причинности); движение внутренне присуще движущемуся телу (принцип атрибутивности движения) и "природа не употребляет многих средств там, где она может обойтись немногими" (принцип простоты), выбрал в качестве умозрительной концепции двух умозрительных принципов: а) все тела природы либо находятся в своем центре (в покое), либо движутся равномерно и кругообразно вокруг этого центра; б) если телу внешней силой дан толчок, удаляющий от центра, то оно будет двигаться в направлении толчка замедленно, прямолинейно, а затем к центру – ускоренно, прямолинейно. Из принципа а) могут быть "дедуцированы" два возможных следствия; из которых, согласно принципу причинности, Галилей выбирает следующее положение: "тело сохраняет равномерного кругообразного движения или покоя". Самопроизвольное изменение равномерного кругообразного движения противоречило бы принципу причинности: "нет действия без причины". То есть тело сохраняет состояние равномерного кругообразного движения, если не действует на него внешняя сила ("причина"). Последнее представляет собой принцип инерции, ибо, по Галилею, круговое движение не нарушает идеальный порядок в мире, а также "…движущемуся телу невозможно двигаться вечно прямолинейным".

Нами было показано, что в смелом (в условиях конкуренции с электродинамикой Ампера-Вебера) выборе принципа близкодействия в качестве теоретической программы будущей классической электродинамики Максвелл руководствовался четырьмя принципами: методологическим (метаэмпирическим) принципом универсальности закона сохранения энергии философско-онтологическим (метаумозрительным) принципом несовпадения сущности и явления,

[1]Об этом см. подробнее: Бранский В.П. *Философские основания синтеза релятивистских и квантовых принципов*. С. 55-56. Если исследователь останавливается на умозрении и дальше не идет, то построение теории завершается умозрительной концепцией, не успев стать теоретической программой, а если только на описании опытных данных, то феноменологической конструкцией, сколько бы её не считали эмпириокритики типа Дюгема, Маха и др. научной теорией, то от этого она не станет фундаментальной теорией.

философско-онтологическим (метаумозрительным) принципом несовпадения сущности и явления, философско-онтологическим (метаумозрительным) принципом взаимосвязи пространства, времени и взаимодействия. Можно показать, что сторонники теорий дальнодействия (Ампер, Нейман, Вебер и др.) руководствовались в своем выборе несовместимым с названным выше принципом Фарадея-Максвелла, принципом совпадения сущности и явления: "Сущность наблюдаемых явлений – сходное в этих явлениях, т.е. также наблюдаема"[1]. Значит, этот неверно сформулированный философский принцип сыграл антиэвристическую роль в выборе ими принципа дальнодействия (по аналогии теорией тяготения Ньютона) в качестве теоретической программы альтернативной максвелловской электродинамики.

Историко-методологическая реконструкция выбора принципов специальной теории относительности (СТО): постоянства (инвариантности) скорости света и специального принципа относительности выявила, что Эйнштейн в качестве селекторов использовал два методологических принципа, т.е. онтологические принципы (причинности, к примеру), доведенные до "состояния, пригодного для использования" (Эйнштейн): наблюдаемости и простоты. Вместе с тем, согласно нашему анализу, основная проблема заключалась вовсе не в выборе исходных принципов СТО, а в выборе интерпретации преобразований Лоренца. При рассмотрении переходов (селективных ситуаций) "Лоренц-Эйнштейн" и "Пуанкаре-Эйнштейн" можно обнаружить следующее: продуктивность принципа объективной относительности пространства и времени (онтологического принципа определенного типа), сыгравшего роль философского селектора в выборе интерпретации теоретической схемы СТО Эйнштейном и контрпродуктивность селективного принципа объективной универсальности ньютоновских пространства и времени (материалистического, но вместе с тем, носящего догматический характер), приведшего Лоренца к контракционной гипотезе и селективного принципа конвенциональности пространства и времени (согласно которому пространственные и временные отношения зависят от условного соглашения сообщества ученых, стало быть, от сознания, т.е. носящий субъективно-идеалистический характер), приведшего Пуанкаре к той же гипотезе, что и Лоренца.

Подробный историко-физический анализ построения общей теории относительности (ОТО) Эйнштейном свидетельствует о том, что

[1]Нетрудно догадаться о том, что выбор принципа дальнодействия Ампером, Вебером и др. противоречит, в частности, максвелловскому принципу взаимосвязи пространства, времени и взаимодействия.

селективная функция философских принципов проявляется не менее рельефно, если не более, чем в построении и интерпретации СТО. Если конкретизировать последнее, то селективную функцию в выборе общего принципа относительности и принципа единства гравитации и метрики (ПЕГМ) как исходных принципов ОТО Эйнштейном проявили следующие философские принципы: принцип наблюдаемости Маха, очищенный от примесей берклианства; принцип относительности пространства и времени, выбранный под влиянием философии Декарта и принцип причинности Спинозы и Канта.

Вообще говоря, как показывает анализ формирования СТО и ОТО, что онтологический аспект мировоззрения определяет ту относительно априорную установку, с позиции которой Эйнштейн подходил к изучаемым СТО и ОТО предметным областям. Эта установка заключалась в том, что Эйнштейн всегда стремился к геометризации взаимодействия, исходя из принципа относительности движения[1]. Таким образом, при изучении любого объекта исследователь смотрит на него, исходя из той онтологической "модели" реальности, которую считает правильной или изменяет её, так сказать, в нужном (правильном) направлении. Это случилось как раз с Эйнштейном: в связи с отказом от эфирной гипотезы ему пришлось "деформировать" пространственно-временную онтологию, вместо того, чтобы сжать быстро движущееся тело в направлении его движения (как поступили Лоренц и Пуанкаре). Значит, в процессе принятия СТО в самом деле конкурировали не три теории, а две методологии: Лоренца-Пуанкаре и Эйнштейна. Если методология Эйнштейна требовала исключения "универсальных сил" из теории (принцип Г. Рейхенбаха) за счет изменения онтологии, т.е. классических пространственно-временных представлений, то методология Лоренца-Пуанкаре настаивала на введении в теорию этих сил за счет сохранения старой онтологии, т.е. тех же ньютоновских пространства и времени.

Несколько сложнее обстоит дело с нерелятивистской квантовой механикой (НКМ). Оно связано тем, что НКМ является плодом творчества так называемого "коллективного теоретика" (М. Планка, А. Эйнштейна, Л. де Бройля, Н. Бора, В. Гейзенберга, Э. Шредингера, М. Борна и др.). Каждый участник "коллективного" творчества осуществляет лишь некоторые из необходимых (логико-методологическом и историческом аспектах) процедур, обеспечивающих построение новой фундаментальной физической теории. Под этими процедурами имеются в виду процедуры эмпирического, нефундаментального теоретического, умозрительного и

[1]Эта априорная установка, сыгравшая на этапах создания СТО и ОТО положительную роль в творчестве Эйнштейна, т.е. в первой половине его, но во второй половине его творчества, т.е. в попытке построения Эйнштейном единой теории поля сыграла отрицательную роль.

фундаментального теоретического исследований, которых последовательно проходит формирующаяся новая теория. В НКМ эмпирическое исследование представлено экспериментальными исследованиями излучения абсолютно черного тела (Луммера, Принсгейма и др.) и эмпирическое знание – эмпирическими законами: Стефана-Больцмана для общего излучения, смещения Вина и предельными – Рэлея-Джинса для больших температур и Вина для малых температур. Последние как интегральные законы можно получить посредством дедукции из феноменологической конструкции – феноменологической "теории" М. Планка, содержащей новый конструкт – "квант действия" умозрительного происхождения. При открытии "кванта действия" М. Планк руководствовался двумя методологическими принципами: простоты законов природы и дискретности строения уровней материи (и материальных объектов). В некотором роде принцип простоты законов природы "дедуцирован" Планком из его мировоззренческого принципа единства физической картины мира. В свою очередь, принцип дискретности навеян Планку во время его интенсивного изучения тепловых явлений с помощью статистики Больцмана, основанной на молекулярно-кинетической теории.

Как мы показали, НКМ вследствие действия коллективного творчества ученых ("коллективного теоретика") как бы состоит из относительно независимых друг от друга отдельных подтеорий, которые, в свою очередь, составляют нефундаментальное теоретическое исследование НКМ, сформулированной на математическом языке теории линейных самосопряженных операторов. К ним относятся комплексные теории А. Эйнштейна ("корпускулярно-волновой дуализм"), Л. де Бройля (теория "волн материи"), метафорическая (гибридная) теория Н. Бора ("полуклассическая модель атома") и фрагментные теории Э. Шредингера ("волновая квантовая механика") и Гейзенберга-Борна-Йордана ("матричная квантовая механика"). В ретроспективе каждая из них прошла явно и неявно все стадии формирования фундаментальной теории подробно феноменологической "теории" М. Планка (включая умозрительную). Безусловно, их подлинный статус в структуре НКМ определился после её окончательного построения коллективным теоретиком.

Историко-методологический анализ формирования и выбора принципа дополнительности в качестве интерпретации НКМ Н. Бором показал, что в становлении последнего оказали существенное влияние кроме философских идей С. Кьеркегора и Х. Гёффдинга и психологической идеи У. Джемса о расщепленности сознания у некоторых лиц на части, существующих одновременно и дополнительном отношении друг к другу,

послужившей основой для переключения гештальта у Бора. А выбор Бором корпускулярно-волнового дуализма (КВД) в качестве объекта интерпретации диктовался отказом его от формального подхода В. Гейзенберга к интерпретации НКМ. В этом выборе Бор оттолкнулся не от математического формализма как Гейзенберг, а от логики, т.е. посредством отказа от дееспособности закона исключенного третьего в квантовой теории, назвав этот отказ "дополнительностью". Как в случае с Эйнштейном, связанный с отказом от эфирной концепции в построении СТО, этот отказ Бора повлек за собой изменение ("деформацию") онтологии – взаимоисключаемости классического пространственно-временного и классического причинного описания, причем классическое пространственное и классическое временное описания исключают классическое причинное, лишь будучи взяты совместно. Таким образом, квантовая механика как и релятивистская физика имеет дело с миром иной онтологической природы, чем классическая механика. Поэтому в рамках копенгагенской интерпретации возникает антиномия – противоречие (в отличие от логического противоречия) в границах применимости классических понятий. Можно предположить, что своеобразный принцип антиномичности познания, навеянный негативной диалектикой Канта, выполнил селективную функцию при выборе принципа дополнительности Н. Бором в качестве интерпретации КВД не в пользу каким-либо другим физическим принципам (в том числе принципу унитарности Л. де Бройля).

После проведенных нами историко-методологических реконструкций классической (механики Галилея и электродинамики Максвелла) и неклассической (СТО, ОТО и НКМ) физики нетрудно проследить, что *эвристическая* функция *философских принципов* по своей природе является не дедуктивной (вопреки натурфилософии и неонатурфилософии), а *селективной* (согласно концепциям эвристического реализма). С методологической точки зрения, выбор (селекция) представляет собой взаимодействие трех его компонент: 1) субъекта исследования (научные работники), селективных средств и критериев (селекторов) и селективных ситуаций (тезаурусов выбора). Значит, выбор невозможен при отсутствии одного из этих компонентов. Например, если научный работник недостаточно квалифицирован (компетентен в селекторах и тезаурусе выбора) или отсутствуют соответствующие селектор или тезаурус, которые обеспечивают однозначный выбор. Несколько слов о тезаурусе применительно к анализируемому выше случаю. Должен быть в наличии по меньшей мере не менее двух вариантов умозрительных концепций (идей, конструктов, теорий, парадигм и т.п.), из которых можно выбирать. То есть некоторое множество их. Между тем, последнее образуется путем умозрительного

конструирования необычных комбинаций из старого знания, т.е. в процессах творческого воображения (а не путем индуктивного вывода из опыта или дедуктивного вывода из известных принципов), причем одна из этих комбинаций (при их достаточно большом количестве) должна обладать способностью объяснять известные (в данной предметной области) эмпирические закономерности и предсказывать в согласии с экспериментом новые эмпирические закономерности. Тем самым приходим к так называемому селективному парадоксу[1], который разрешается с помощью философских принципов.

Вообще говоря, возможности умозрительного конструирования необычных комбинаций старого знания (новых идей и принципов) практически неограниченны и потому следует различать множество возможных комбинаций от действительных комбинаций. Можно предположить, исследователь строит действительные комбинации, исходя из своей онтологической установки, тем самым осуществляя (сам того не замечая, т.е. попутно) потенциальную селекцию не из действительных, а из возможных комбинаций. При этом тот или иной исследователь может в явном виде не осознавать те онтологические установки (принципы), из которых он исходит, и даже вообще исключить какое-либо влияние философии в научном исследовании. Более того, он вовсе не заметит "конструктивную" функцию философии, совпадающую с "потенциальной" селекцией (помогающей не только отбирать возможные комбинации, но и якобы "создавать" их).

При выборе действительных комбинаций ("актуальная" селекция) философские принципы могут привлекаться как имплицитно, так и эксплицитно. В общем, известны в истории философии науки XIX-XX вв. пока только *два* случая *практического* (эксплицитного) применения концепции *эвристической роли философских принципов* в формировании новой фундаментальной физической теории: рассмотренные ранее нами принцип Маха в построении ОТО Эйнштейном и принцип онтологического негеоцентризма в построении квантовой клепсодинамики В.П. Бранским[2]. В остальных случаях (в том числе рассмотренных нами ранее) эвристические возможности философии

[1]Об этом см. подробнее: Бранский В.П. Указ. книга. С. 56. Суть его заключается в том, чтобы выбрать из множества возможных комбинаций единственную истинную, её надо экспериментально проверить, но, чтобы её можно было проверить, её надо предварительно выбрать.

[2]Пока неизвестны другие случаи из истории науки практического (со знанием дела) применения концепции эвристического реализма в построении научных теорий, если не предположить, что последнее весьма возможно в построении кибернетики (Н. Винер) и синергетики (И. Пригожин). Но эти случаи требуют дополнительных исследований, выходящих за рамки этой работы.

использовались неявно (имплицитно).

Теперь, когда установлено, что эвристическая функция философских принципов по своей природе является селективной, то возникает законный вопрос: всякая ли селективная функция эвристична? Выше мы отмечали несколько случаев антиэвристичности (контрпродуктивности) селективных философских принципов, например, в интерпретации теоретической гипотезы СТО. Значит, селективная функция философских принципов в общем случае может быть как эвристической (продуктивной), так и антиэвристической (контрпродуктивной), т.е. зависит от каждого конкретного случая их применения (в зависимости *какие* принципы в *какой* предметной и информационной области применяются, иначе говоря, селективная функция философских принципов *относительна*)[1].

Одна из задач нашего исследования заключалась в том, чтобы показать, что *отечественной* философии науки принадлежит *приоритет* разработки эвристической роли философии в формировании (а не только в интерпретации) новой теории[2] На Западе, начиная с Лейбница, позже с Пуанкаре подходили к проблеме выбора в научном исследовании очень осторожно, даже робко. Их заслуга заключается в том, что они обратили внимание на особое значение этой проблемы для научного творчества. В XX в. продолжили эту линию постпозитивисты, так сказать, "второго эшелона" – С. Тулмин, М. Вартофский и др. Несомненно, они признавали эвристическую роль философии в формировании новой теории, но уж *очень робкой и ограниченной* форме. Но они представляют, безусловно,

[1]Об этом см. подробнее: Бранский В.П. *Проблема выбора в фундаментальном теоретическом исследовании и принцип отражения // Роль философии в научном исследовании* / Под ред. А.А. Королькова и В.П. Бранского. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. С. 19–20.

[2]Отечественные концепции выбора разрабатывались в основном в следующих работах: Илларионов С.В. *Принцип ограничения в физике и его связь с принципом соответствия* // Вопросы философии, 1964, № 8. С. 96–105; Мостепаненко А.М. *О роли философских критериев в выборе адекватной космологической модели // Проблемы диалектики.* Вып. II. – Л.: Изд–во ЛГУ, 1972. С. 37–47; Бранский В.П. *Философское основание проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов.* – Л.: Изд–во ЛГУ, 1973; Костюк В.Н. *Выбор гипотезы в современном естествознании // Проблемы философии и методологии современного естествознания* / Под ред. М.Э. Омельяновского. – М., 1973; *Синтез современного научного знания* (Б.М. Кедров, А.Г. Спиркин, В.С. Тюхтин / Под ред. В.А. Амбарцумяна. – М., 1973; Чудинов Э.М. *Теория познания и современная физика.* – М., 1974; Мамчур Е.А. *Проблема выбора теории.* – М., 1975; Пахомов Б.Я. *Критерии выбора между конкурирующими теориями* // Философские науки, 1975, № 2. С. 22–32; Степин В.С. *Становление научной теории.* – Минск, 1976; *Эвристическая и прогностическая функции философии в формировании научной теории.* – Л.: Изд–во ЛГУ, 1976; Разумовский О.С. *От конкурирования к альтернативам: Экстремальные принципы и проблемы единства научного знания.* – Новосибирск: Наука, 1983; Окладной В.А. *Возникновение и соперничество научных теорий.* – Свердловск: Изд–во Урал. ун–та, 1990 и др.

второстепенную (“второй эшелон”) из двух тенденций в постпозитивистской философии науки XX столетия. Главная её тенденция (“первый эшелон”) бесспорно связана с именами К. Поппера, И. Лакатоса, Т. Куна и П. Фейерабенда. Как мы показали в первой части этого исследования, они в основном придерживались линии полного отрицания эвристической роли философии в формировании новой теории, а приписывали философии скорее регулятивную (интерпретационную) роль в ней. Дело в том, что они пришли к полному отказу от идеала объективно-истинностного научного знания, принизив роль опыта до полного его отрицания. Это произошло потому, что Поппер, Лакатос и др. в своей своеобразной негативной философии науки проигнорировали связь её с мировой философской традицией, т.е. оторвали последнюю от “материнского молока”.

Общими усилиями отечественных философов и методологов науки, обеспечивших вышеупомянутый приоритет, созданы глобальные (синтетические) методологические концепции формирования научной теории (в основном они представлены в работах М.В. Мостепаненко, В.С. Степина и В.П. Бранского), которых можно объединить под общим названием *эвристического реализма*[1] и противопоставить постпозитивистским концепциям. На наш взгляд, такое название не только оправдывает указанный приоритет, но и подчеркивает, что, во-первых, в них специально рассматриваются проблемы взаимоотношения философии и науки, роль философии в генезисе новых научных идей и в проверке этих идей на опыте (интерпретации) и др.; во-вторых, они более или менее адекватны *реальной практике* научного познания и, в-третьих, в этих концепциях воплощены сущность и основные критерии, того, что мы называем наукой (понятие объективной истины, требования эмпирической проверяемости и логической непротиворечивости). По этим пунктам концепции эвристического реализма нисколько не уступают “модным” постпозитивистским концепциям, а может быть, значительно превосходят их. “Речь идет о такой концепции, которая выдерживает сравнение, – говорил на “круглом столе” о концепции В.С. Степина В.А. Лекторский, –

[1]Итак, ранее подвергнутые нами к компаративистскому анализу три отечественные (значит, диалектико-интериалистические) синтетические (значит, глобальные) методологические концепции генезиса, функционирования и развития научных (физических) теорий, как мы установили, связаны между собой отношениями конкурирования и кооперации. Также нами выявлено, что сами они возникли в результате кооперативных эффектов так называемых аналитических (значит, локальных) методологических концепций, в рамках которых разрабатывались отдельные методологические проблемы (либо отдельные фрагменты самой теории): природа абстракции и формализации (Д.П. Горский, Б.Т. Алексеев и др.), роль математической гипотезы (С.И. Вавилов, И.В. Кузнецов, П.В. Копнин и др.), моделей и аналогий (Б.А. Глинский, В.А. Штофф и др.) в физическом познании, проблема конструктов в анализе научных теорий (Е.Е. Ледников и др.) и т.д.

с самыми популярными сегодня в мире философскими теориями науки (К. Поппера, Т. Куна, И. Лакатоса и др.), а в ряде отношений, на мой взгляд, их превосходит”[1]. Одной из задач данного исследования, как уже повторяем, является подтверждение этого обстоятельства, характерного для современной философии науки. Дело в том, что сколь ни парадоксально, но этому обстоятельству способствовала в немалой степени та идеологическая конфронтация (“железный занавес”), которая существовала в те времена между Западом и Востоком. Она по большому счету защитила отечественных исследователей от увлечения не только новомодными “протокольными предложениями”, “фальсификациями” и им подобными, но и от распинания объективной истины, как устаревшего и бесполезного метафизического понятия. Наши западные коллеги в своей эволюции от фальсификационализма К. Поппера через анархизм П. Фейерабенда до деконструктивистского антилогоцентризма Ж. Деррида, Ж. Делёза, Ф. Гваттари и др. перешли ту критическую точку, отделяющую философскую деятельность от антифилософской деятельности (последний термин введен в обиход В.П. Бранским), тем самым – философию от антифилософии. Таким образом, западная философская мысль эволюционирует от абсолютизации ложных научных теорий (К. Поппер и др.), через отрицание различий между наукой и мифом (П. Фейерабенд), к абсолютизации хаоса (деконструктивный постмодернизм Деррида и др.). Между тем надо различать деконструктивный постмодернизм от *конструктивного постмодернизма*. Последний представлен в философии науки концепциями эвристического реализма.

В первой части нашего исследования мы показали рациональный смысл постпозитивистских концепций “первого эшелона” зарубежной философии науки, почти угадавших (но не более) некоторых принципиальных положений, касающихся методологических закономерностей формирования новой фундаментальной теории. В отличие от концепций эвристического реализма отечественной философии науки они (постпозитивисты), “упираясь” в эти закономерности почти что, как говорится, если не “лбом”, то “локтями” (и потому) не смогли внятно их сформулировать и вследствие этого пришли к ранее нами проанализированным неправильным выводам.

Говоря в общем, можно отличить правильную (значит, адекватную реальной практике научного исследования и истории науки) методологическую концепцию, как выразился однажды Гейзенберг, “серьезную” философию (и методологию) от неправильной

[1]См.: *“Круглый стол” журналов “Вопросы философии” и “Науковедение”, посвященный обсуждению книги В.С. Степина Теоретическое знание* // Вопросы философии, 2001. № 1. С. 3.

методологической концепции (значит, частично адекватной реальной практике научного познания и её истории) или “ложной” методологии на основании их методологических прогнозов, т.е. предсказаний. Серьёзная методология отличается тем, что среди множества её предсказаний имеется хотя бы одно истинное, т.е. способное выдержать метапроверку. У ложной методологии среди множества её предсказаний, стало быть, не имеется ни одного истинного, т.е. не обладает эвристической функцией по отношению к формирующейся теории. Таким образом, критерием, оценивающим степень “серьёзности” той или иной методологической концепции, служит метаисследование. В этом заключается его эвристическая роль.

На наш взгляд, критикуемые нами главные методологические концепции постпозитивистского толка относятся к *псевдометодологиям*, если их можно так называть. Смысл этого термина заключается в том, что в этих концепциях существует *асимметрия* между объяснительной и предсказательной функциями (или вовсе отсутствует последняя, тем самым нарушается их взаимосвязь). По этой причине они “довольствуются” как предшествовавшие им неопозитивистские концепции (в особенности, концепции логического анализа науки) методологическим объяснением процессов функционирования (а не генезиса, формирования) и развития (смены) уже существующих научных теорий, т.е. *готового* научного знания. Поэтому от постпозитивистов ускользает, так сказать, вся интенсивная “жизнь” становящейся теории и тем самым они не рассматривают эвристическую функцию философии в формировании нового знания. Следовательно, постпозитивистам остается “довольствоваться” только историко-научной интерпретацией готовых научных теорий, т.е. анализом регулятивной функции философии (стало быть, методологических регулятивов) в научном исследовании.

Остановимся очень кратко на концепциях “второго эшелона” позитивизма (ибо Г. Маргенау представитель “второго эшелона” неопозитивизма, а “первый эшелон” его представлен именами М. Шлика, Ф. Франка, Р. Карнапа, О. Нейрата, Л. Витгенштейна и др., а М. Вартофский, С. Тулмин и др. представляют “второй эшелон” постпозитивизма). Робкий и ограниченный подход представителей этого эшелона к эвристической роли философии в формировании новой научной теории заключается их в *формальном* подходе к последней. Суть его заключается в тех *методологических правилах*, которыми должны руководствоваться исследователь при построении новой истинной теории. “Все эти правила (соответствие новой теории старой, способность её к дальнейшим обобщениям, простота и т.п.), – пишет В.П. Бранский, – однако, характеризуют не атрибуты объективной реальности, а те или

иные познавательные процедуры, рассматриваемые безотносительно к реальности”[1]. Сказанное, безусловно, относится к методологической концепции Г. Маргенау[2], исходящей из отождествления физической реальности с истинным знанием о ней. Познание конструирует саму эту реальность таким образом, чтобы она совпадала с комплексом “верифактов”. Такой своеобразный неосолипсизм вызван к жизни отказом Маргенау от обсуждения и поиска, по его выражению, “онтологических костылей” для методологических правил, иначе говоря, от обсуждения онтологических оснований познавательных процедур, приводящих к построению теории согласующейся с экспериментом. Ограниченность концепции Маргенау связана не с признанием эвристической роли методологических правил в осуществлении операции выбора, а заключается в отказе от обсуждения “достоверных основ для обозначения мыслью” (Мадхьямика Прасангика), т.е. того, *что* лежит в основе тех или иных методологических правил (и познавательных процедур заодно) и вопроса: *почему* именно *эти* правила, а не другие; иначе, принципа *относительности* селективной функции философских принципов. Именно забвение последнего принципа приводит концепции, опирающиеся на эмоциональные (бессознательное эстетическое чувство “красоты”; Пуанкаре, Дирак и др.) и формальные (рациональные – методологические правила и др.; Маргенау и др.) селекторы как на определяющие (первичные) факторы, к агностическим и мистическим (первые) и солипсистским (вторые) выводам.

Проблему объяснения отношения между метафизикой и наукой, а не описания этого отношения ставит М. Вартофский в своей в некотором

[1]Бранский В.П. *Проблема выбора в фундаментальном теоретическом исследовании и принцип отражения*. С. 22. В этой статье с точки зрения используемых селекторов все западные концепции выбора со времен Пуанкаре автор подразделяет на две группы: 1) иррациональные и 2) формальные. Первая группа концепций основана на использовании в качестве селектора выбора *эстетическое чувство* (Пуанкаре, Дирак и др.): из множества возможных программ (умозрительных комбинаций) выбирается та, которая кажется исследователю “красивой” (“элегантной”, по Дираку), т.е. соответствующей мировоззренческому идеалу ученого. Поэтому выбор на основе эстетического чувства в итоге сводится к выбору на основе философских принципов. “Красота” теории связана с правилом проблемной простоты: прежде независимые фундаментальные проблемы оказываются связанными в новой теории и получают в ней решение из одного источника (метод потенциальной дедукции). Напоследок заметим, что селективный критерий красоты в методологическом плане обсуждается: James W. McKallister. *Beanty and Revolution in Sciens*. Cornell University Press. Ithaka and London, 1996.

[2]Margenau H. *The Nature of Physical Reality*. – New–York, 1950. Эта концепция, отождествляя объект исследования и результат исследования напоминает ранее нами обсужденную буддийскую концепцию Читтаматры – все есть “проекция ума” (и теорию “принципиальной координации” Р. Авенариуса).

роде программной статье “Эвристическая роль метафизики в науке”[1]. В отличие от постпозитивистов “первого эшелона” (Поппера, Куна и др.), отрицавших объективную истину и вследствие этого пришедших к отрицанию самого смысла научной деятельности, он, в противовес им, утверждает, что “метафизическое убеждение в существовании объективности или объективной истины и опирается эвристическая функция метафизики в науке”[2]. Это замечание М. Вартофского является очень существенным. Дело в том, что главная цель философии как эвристики заключается не в непосредственном обнаружении объективной истины (последнее является задачей опыта, эксперимента), а в преодолении селективного парадокса (*для чего*, вообще говоря, осуществляется выбор умозрительной концепции из множества умозрительных принципов в качестве теоретической программы формирующейся научной теории). Иначе говоря, для того, чтобы экспериментально проверить единственно истинную умозрительную концепцию (обладающую функциями объяснения и предсказания) в данной предметной области, её надо предварительно выбрать. Как раз здесь привлечение философских принципов в качестве внеэмпирических и внетеоретических селекторов не только возможно, но и жизненно необходимо для становящейся теории. Вот это обстоятельство не учли (не заметили) постпозитивисты “первого эшелона” в силу того, что они частично или полностью отрицали роль опыта как критерия истины. Да им он (опыт) и не нужен, ибо они предали забвению объективную истину. Поэтому, как уже ранее мы писали, представители “первого эшелона” постпозитивизма пришли к полному отрицанию эвристической роли философии в научном исследовании.

Итак, признание эвристической роли философии (метафизики) в формировании новой теории, но в очень робкой и ограниченной форме, М. Вартофским заключается в следующем. По М. Вартофскому, во-первых, “метафизика выражает в систематической и явной форме наиболее глубокие и характерные особенности здравого смысла”[3]; во-вторых, именно систематическая структурность, референциальность и

[1]Вартофский М. *Эвристическая роль метафизики в науке // Структура и развитие науки: Из бостонских исследований по философии науки* / Сборник переводов; общ. ред. Б.С. Грязнова и В.Н. Садовского, пер. с англ. А.Л. Никифорова. – М.: Прогресс, 1978. С. 79-80. При этом он замечает, что Поппер не разрешил эту проблему, а Агасси и Кун даже не поставили её. В числе первых из зарубежных философов и методологов науки М. Вартофский поставил (и озвучил) в *явной* форме проблему эвристической роли философии в формировании новой научной теории и положил начало её исследования. Также см.: Вартофский М. *Модели. Репрезентация и научное понимание.* – М.: Прогресс, 1988.

[2]Вартофский М. Указ. статья. С. 101.

[3]Вартофский М. Указ. статья. С. 101.

абстрактность метафизики обеспечивают её эвристичность; в-третьих, метафизика в качестве концептуальной модели выступает как эвристика и, в-четвертых, метафизика есть эвристика для науки благодаря тому, что она создает основные модели научного понимания”[1]. Между тем, согласно его мысли, метафизика в качестве метамодели “второго уровня” (а в качестве минимальной модели (каждой научной теории, т.е. модели) “первого уровня” она стремится стать адекватной реальности), “то есть модели систематической конструкции теорий, она выполняет эвристическую функцию в построении теорий, а также способствует выдвижению различных её интерпретаций, то есть конструированию моделей, или альтернативных отображений, “первого уровня” в той или иной научной области”[2]. Отсюда ясно, что метафизика в качестве метатеории, стало быть, систематической методологии формирования научных теорий (моделей “первого уровня”) может выполнять эвристическую функцию в построении новой теории. Ещё раз подчеркнем, что в основании этой функции, по М. Вартофскому, лежит метафизическое убеждение (“постоянно вновь выдвигаемая метафизическая гипотеза” (М. Вартофский)) о существовании некоторой фундаментальной реальности (отождествляемой им с объективной истиной), являющейся базисом научного понимания. По его мысли, это убеждение выражалось в разнообразных теоретических формах в науке и философии. Вот некоторые из них: Логос Гераклита, Единое Парменида, платоновское единство бытия и познания, принцип достаточного основания, “аксиома”, принцип единообразия природы, закон экономии, принцип наименьшего действия, принцип простоты и непротиворечивости[3]. По нашему мнению, совсем не случайно М. Вартофским перечислены эти идеи и принципы, эвристическая функция которых в формировании новых теорий не вызывает сомнений. Но он об этом нигде в своей статье не подчеркивает. Вместе с тем, Вартофский уверен в том, что “существует один *принцип*, на основе которого возможно любое объяснение и любая рациональная интерпретация, а это означает, что существует одна объективная истина, один логос, относительно которого наши объяснения и теории являются адекватными или неадекватными, истинными или ложными”[4]. Этот принцип, восходящий к концептуальной революции ионийцев (например, “Все есть вода” Фалеса Милетского), выполняет эвристическую функцию, формулируя, по Вартофскому, условие объективности в науке.

[1]Там же. С. 107.

[2]Там же. С. 95.

[3]Вартофский М. Указ. статья. С. 98.

[4]Там же.

Сказанное выше свидетельствует о том, что М. Вартофский в решении вопроса эвристической роли метафизики в науке продвинулся в “очень незначительной степени” (Б. Грязнов, В. Садовский)[1]. Это связано с тем, что у него понятие метафизики носит очень расплывчатый и аморфный характер. Несмотря на это выше мы попытались выяснить из контекста его статьи какие именно метафизические идеи и принципы выполняют эвристическую функцию в формировании нового знания в науке. М. Вартофский, на наш взгляд, очень далек от понимания эвристики как селекции на основе метафизики (из его “намеков” невозможно это увидеть и угадать). Но при этом его великая заслуга заключается в том, что в отличие от постпозитивистов “первого эшелона” не “растворил” метафизику в научном знании (как Кун в парадигме или Лакатос в исследовательской программе), а отделил её от научного знания в качестве эвристической метамодели, помогающей в построении и интерпретации новых теорий.

Дарвиновскую теорию эволюции видов путем естественного отбора к разработке концепций структуры и развития научного знания в качестве основополагающего гештальта привлекали К. Поппер, Д. Кэмпбелл, С. Тулмин и др. Остановимся на концепции “эволюционирующих популяций понятий и объяснительных процедур” С. Тулмина[2]. На основании аналогии с биологической эволюцией он предпринял попытку построить концепцию изменения научного знания как теорию эволюции “концептуальных популяций”. С. Тулмин обнаружил в них следующие ключевые аналогии: а) биологические популяции – концептуальные популяции; б) биологическая мутация и селекция - интеллектуальная инновация и интеллектуальный отбор; в) выживание или вымирание видов в борьбе за существование - концептуальные изменения как результат двустороннего процесса концептуальной изменчивости и интеллектуального отбора и г) выживают те концептуальные новации, которые лучше других “приспособились” к требованиям интеллектуальной среды. “Именно далеко идущие параллели, – пишет С. Тулмин, – между экологическим объяснением органических изменений и

[1]Мы склонны согласиться с этой оценкой Б. Грязнова и В. Садовского решения вопроса о взаимоотношении метафизики и науки М. Вартофским по сравнению им же критикуемыми Попперор, Агасси и Куном (См.: Грязнов Б.С., Садовский В.Н. *Проблемы структуры и развития науки в “Бостонских исследованиях по философии науки” (Вступительная статья) // Структура и развитие науки*. С. 28.

[2]Тулмин С. *Человеческое понимание* / Пер. с англ. З.В. Кагановой. – М.: Прогресс, 1984. Его же. *Концептуальные революции в науке // Структура и развитие науки.* О нем: Порус В.Н., Черткова Е.Л. *“Эволюционно–биологическая” модель науки С. Тулмина // В поисках теории развития науки*. (Очерки западно–европейских и американских концепций XX века). – М.: Наука, 1982. С. 260–278 и др.

дисциплинарным объяснением интеллектуального развития придают смысл распространению экологической терминологии с органической эволюцией на интеллектуальную. В интеллектуальной истории любая действительная проблемная ситуация создает некоторый спектр возможных интеллектуальных новаций”[1]. Там, где создается спектр возможностей, немедленно возникает проблема выбора. “В подобных случаях отбор какого-то одного определенного интеллектуального новообразования, – указывает С. Тулмин, – оправдывается демонстрацией того, что он успешнее других решает спорные концептуальные проблемы науки и таким образом увеличивает её объяснительный потенциал; если это выполнено, концептуальное изменение получает тем самым вполне удовлетворительное “объяснение””[2].

В качестве одного из селекторов интеллектуального отбора концептуальных вариантов С. Тулмин указывает на возможность “лучше делать объяснительную работу”, т.е. на функцию объяснения научной теории. При этом он подчеркивает: “Признанные дисциплинарные критерии выбора всегда множественны, а иногда даже направлены в противоположные стороны; так что предложенное теоретическое изменение может быть в высшей степени привлекательным в одном отношении и ретроградным – в другом”[3]. Тут же он задается вопросом: “В какой мере можем мы пожертвовать последовательностью или красотой ради незначительного усовершенствования способности к предсказанию? Как выигрыш в простоте в одном отношении может компенсировать нам утрату простоты в другом отношении?”[4] Из контекста этих вопросов узнаем об остальных селекторах, к которым С. Тулмин отдает предпочтение: логическая последовательность, чувство красоты, предсказательная сила, простота теории. Между тем, по Тулмину, ученым приходится выбирать в пользу одну из достоинств концептуального варианта: между универсально применимыми и абсолютно последовательными, точными и исчерпывающими в своих предсказаниях формальными системами, в то же время которые обладали бы удобной системой символов и были бы интуитивно простыми, располагали бы изящным математическим аппаратом и простой системой счисления[5]. В

[1]Тулмин С. *Человеческое понимание.* С. 313.

[2]Там же. С. 226.

[3]Тулмин С. *Человеческое понимание.* С. 228. В связи с этой цитатой можно предположить, что Тулмин *смутно догадывается* о том, что среди множества селекторов (признанных дисциплинарных критериев выбора по Тулмину) наряду с теми, которые выполняют эвристическую селективную функцию, есть и такие, которые выполняют антиэвристическую селективную функцию в выборе интеллектуальных новаций.

[4]Там же.

[5]Там же. С. 228–229.

этой связи можно заметить, что он подметил (и догадывается) то, что ранее мы описали (в связи с выбором специального принципа относительности СТО), что некоторые селекторы выполняют как эвристическую, так и антиэвристическую функцию в выборе научных идей и принципов, т.е. зависит от каждого *конкретного* случая применения селекторов (если можно дать название этой зависимости, то назовем её принципом относительности эвристической функции селекторов). Этот принцип утверждает о том, что использование селекторов зависит от предметной и информационной области. Другими словами, селектор должен обладать селективной функцией там, где обсуждаются проблемы, к которым он имеет отношение. Нашу мысль подтверждает следующая обширная цитата С. Тулмина: "…рассматривая достоинства конкурирующих научных теорий – как и любых других творческих нововведений, – мы должны обращать внимание на критерии отбора, которые *действительно* руководят выбором между имеющимися концептуальными нововведениями в каждый отдельный момент времени. Из этой гипотезы вытекает следующее следствие: критерии, используемые с полным правом в данной специфической научной ситуации, по-видимому, *зависят от контекста* – в той же степени, в какой моральные критерии зависят от действия. В ходе истории эти критерии могут в определенной степени прогрессивно совершенствоваться, как это показал А. Макинтайр для моральных оценок, а И. Лакатос – для стандартов математического доказательства"[1]. Здесь, на наш взгляд, не случайно тулмин обращается в своем, так сказать, *контекстуальном* подходе к селекторам, учитывающему их *историческую изменчивость* (по нашему, учитывающему принцип относительности эвристической функции селекторов), к параллели между моральными и дисциплинарными (научными) селекторами. Так как "философы больше не могут диктовать принципы, с которыми ученые *обязаны* согласовывать свою теоретическую работу…"[2] и "выбор между концептуальными вариантами, существующими в определенное время, ориентирован на установленные критерии отбора и не обязательно в каждом случае приводит к модификации теории"[3], то, как он считает, что эти ограничения ставят философию в один ряд с этикой[4]. Отсюда ясно, что Тулмин отрицает селективную функцию онтологических принципов в теоретических построениях, приравнивая философию с этикой. Как и Маргенау, он предпочитает формальные селекторы в выборе концептуальных новаций,

[1]Тулмин С. Концептуальные революции в науке. С. 186–187.
[2]Там же. С. 187–188.
[3]Там же. С. 188.
[4]Там же.

а не содержательные (философско-онтологические принципы). Более того, Тулмин как и постпозитивисты "первого эшелона" полностью снимает вопрос об истинности научного знания и тем самым игнорирует роль опыта в проверке этих новаций. С точки зрения Тулмина, возникновение новых идей – это "реакция" интеллектуальной экологии (и "концептуальной популяции") на изменившиеся условия интеллектуальной "среды". Эти возникшие (новые) идеи-новации должны пройти через интеллектуальный отбор, где нет стандартных критериев выбора инноваций.

Согласно Тулмину, приобретение одних достоинств (например, гелиоцентрическая система мира Н. Коперника связностью и последовательностью превосходит птоломееву) инновацией часто сопровождается утерей других (птоломеева система в лице коперниковой системы утратила свои вычислительные преимущества)[1]. Или, к примеру, принятие волновой теории света Юнга и Френеля в начале XIX в. потребовало жертвы некоторыми реальными достоинствами корпускулярной теории ньютонианцев. Выходит, по Тулмину, в течение некоторого времени существует весьма тонкое *равновесие* между достоинствами и недостатками соперничающих теоретических систем[2]. Последнее обстоятельство, по нашему мнению, можно назвать "селективным равновесием" в выборе между теоретическими системами, вызванной к жизни эвристической и антиэвристической функциями определенных селекторов по отношению к данной предметной и информационной области. Несомненно Тулмину (и Куну) удалось подметить это динамическое (и драматическое) равновесие между селекторами и, если можно так называть, антиселекторами, которые "несоизмеримы" и "вовлекают ученых в сложные интеллектуальные расчеты" (С. Тулмин). *Рациональный смысл* "селективного равновесия", которое чревато всегда "финальным" выбором, заключается в том, что в мировоззрении ученых парадоксально сочетаются селекторы и антиселекторы, приводящие к драматической ситуации "половинчатого" открытия, случившегося с Лоренцем и Пуанкаре, когда они в фигуральном смысле "упирались лбом" в специальный принцип относительности, но остановились на полпути к этому открытию. Это связано с тем, что продуктивность селекторов была нейтрализована контрпродуктивностью антиселекторов (или контрселекторов)[3].

[1]Тулмин С. *Человеческое понимание.* С. 229. Кеплер, вводив эллиптические орбиты планет, смог реализовать вычислительные преимущества коперниковой системы мира перед птоломеевой.
[2]Там же. С. 229.
[3]Также мы склонны считать, что в некотором роде "селективное равновесие" связано с *метафорическими теориями* (типа "старой квантовой механики" Н. Бора), когда сочетаются

Проведенный нами выше анализ концепции С. Тулмина показал, что рациональное объяснение интеллектуального отбора теоретических нововведений у него как у всех западных философов науки получается только “задним числом” (ретроспективно), иначе говоря тогда, когда такой отбор был произведен и показал свою продуктивность. Поэтому все постпозитивисты (включая их “второй эшелон”, признающего эвристическую роль философии в формировании новой теории, но в очень осторожной и ограниченной форме) не смогли разглядеть за формальными (или методологическими правилами) и эмоциональными (иррациональное чувство красоты) селекторами “замаскированные” содержательные (и притом рациональные) философско-онтологические принципы.

В числе существенных причин того, что западные философы науки не разглядели за эмоциональными и формальными селекторами содержательные (и притом универсальные и способные выдержать метапроверку истинные) философско-онтологические селекторы в выборе программных принципов новой фундаментальной научной теории можно назвать то обстоятельство, что они не заметили в структуре формирующейся теории ранее упомянутый нами селективный парадокс. Это произошло благодаря тому, что эти философы подвергали методологическому объяснению готовое научное знание. Таким образом, западная философия науки страдает от недостатка, который можно назвать *ретроспективной асимметрией* объяснительной и предсказательной функциями (или вовсе *отсутствием* последней) у неё. Это, во-первых. Во-вторых, как мы показали ранее, западная философия науки, как правило, *подменяла* (и отождествляла) научную теорию как основную исходную единицу методологического анализа менее развитыми формами научного знания: *феноменологической конструкцией* (высшей формой эмпирического знания) – индуктивизм (Милль, Мах и их последователи неопозитивисты-“редукционисты”), *умозрительной концепцией* – конвенционализм (Пуанкаре, Дюгем и их последователи неопозитивисты – логические конвенционалисты: Карнап, Гемпель, Айдукевич и др.), *теоретической гипотезой, ложной теорией* – фальсификационизм (Поппер и попперианцы: Г. Альберт, Г. Ленк и др.), *теоретической программой* – программизм (Лакатос и др.), *парадигмой* (Кун и др.), *пролиферацией умозрительных моделей* – методологический анархизм (Фейерабенд и др.), *эволюционирующей популяцией научных*

в них теоретические законы, несовместимые в одной предметной области (квантовые постулаты Бора с классическими орбитами электронов). Рациональный смысл данного “селективного равновесия” заключается в том, что метафорическая теория является выражением фундаментального теоретического парадокса, предупреждающего исследователя как бы “сменить пластинку”, т.е. выйти за рамки прежних теоретических представлений и понятий (выбрать новые представления и понятия).

понятий – эволюционная эпистемология (Тулмин, Кэмпбелл и др.) и т.д. Поэтому западная философия науки не смогла адекватно представить генезис и структуру фундаментальной научной теории и определить – какова роль и происхождение каждого элемента этой структуры. Следовательно, она не выявила в содержании научной теории умозрительный аспект, связанный с возникновением принципиально новых идей, и свела к нулю эмпирический аспект, подразумевающий связь этих идей с опытом. Дело в том, что логические позитивисты *подменяют* (и отождествляют), например, объективную научную истину с *логической непротиворечивостью* и сторонники фальсификационизма – *правдоподобием*. Напомним, ранее уже мы подчеркивали низведение *роли* опыта постпозитивистами до *полного отрицания* (например, программизм Лакатоса).

Вообще говоря, западная философия науки, если что-нибудь говорила о выборе, то весьма опосредованно: о выборе гипотез, проблем, парадигм, концептуальных новаций, моделей, конструктов и т.д. В отличие от неё наша отечественная постмодернистская философия науки ведет речь о *непосредственном* (даже об *одноактном*, а не многоактном) выборе *конкретно-научных принципов* фундаментальных теорий, будучи сложными синкретическими образованиями вбирают в себя все перечисленные выше понятия (гипотезы, модели и др.), однако, к ним не сводятся. При этом. Напомним, она считает, что целью непосредственного выбора с помощью истинных философских принципов является преодоление селективного парадокса[1], чтобы сделать возможным опытную проверку теоретической гипотезы.

Также в числе причин, из-за чего западные философы науки, так сказать, упустили приоритет в разработке проблемы эвристической роли философии в формировании новой научной теории, можно указать то, что они *подменяли* (и отождествляли) философию с *логическим анализом языка науки* (неопозитивизм), *теорией научного познания – эпистемологией* (и методологией в отрыве от онтологии и гносеологии – постпозитивизм) или весьма аморфным образованием – *метафизикой* (М. Вартофский и др.). Отсюда ясно, что в неопозитивизме *эвристическая* функция философии вовсе не обсуждается, а *подменяется* (и отождествляется) *регулятивной* (скорее “косметической”) функцией логического анализа языка науки, а, напротив, в критическом

[1]Ещё раз подчеркнем, что процесс формирования научной теории сталкивается с трудностью выбора истинного теоретического принципа из астрономического значения числа вариантов умозрительных принципов. Из такого огромного количества вариантов выбрать истинный принцип путем метода перебора невозможно. Собственно говоря, приходим к парадоксальному выводу о том, что теоретическое исследование из–за этой трудности не может начаться (методологический аналог апории Зенона “Ахиллес и черепаха”).

рационализме (фальсификационизме) она обсуждается, но отождествляется с "переинтерпретацией" или переформулировкой философских проблем в проблемы научного метода (Поппер). Это, все-таки ближе к регулятивной, нежели к эвристической функции. А остальные "растворили" философию – кто в научно-исследовательской программе (Лакатос), кто в парадигме (Кун). Анархистская методология Фейерабенда с его принципом "все сгодится" имплицитно стирает всякую грань между *эвристической* и *антиэвристической* функциями философских принципов, что влечет за собой *отрицание* вообще *селективной* функции последних. Следует сказать, это характерно всей западной философии науки. Она в целом утверждает, что никаких рациональных и содержательных (онтологических) селекторов выбора теорий не существует. Таким образом, вся западная философия науки, в силу указанных выше причин, в XIX-XX вв. не смогла не только разработать проблему эвристической роли философии в формировании новой теории, но и корректно поставить саму эту проблему.

После того как установлен приоритет отечественной постмодернистской философии науки в разработке проблемы эвристической роли философии в формировании новой теории в компаративистском анализе методологических концепций "первого и второго эшелонов" постпозитивизма и эвристического реализма можно продолжить рассмотрение селективной функции философских принципов в формировании новой фундаментальной теории. После разрешения селективного парадокса философскими средствами дальнейший выбор программных принципов осуществляется методом потенциальной дедукции (потенциальной проверки). Уже после этого можно "развернуть" становящуюся теорию вплоть до актуальной проверки посредством эксперимента наиболее перспективного её варианта, т.е. путем перебора (проб и ошибок)

В связи с разрешением селективного парадокса с помощью философских принципов возникает новая проблема: по какому критерию выбираются сами философские принципы (своеобразный выбор выбора). Таким образом, складывается ранее упомянутая нами селективная ситуация, связанная на этот раз с выбором историко-философской концепции, т.е. мировоззрения исследователя. Выбор мировоззрения, несомненно, зависит от тезауруса универсальных метатеорий $(M_1^{(1)}, M_2^{(1)}, ..M_n^{(1)})$ 2-го порядка: научный работник теперь уже в качестве метаисследователя при построении "своей философии" должен исходить из мировой философской (и историко-философской) традиции.

При это вновь возникает проблема селектора при выборе метатеоретических принципов 2-го порядка. Рассуждая в том же направлении последовательно, можно прийти к бесконечной иерархии актов выбора, т.е. так называемому "метаселективному парадоксу". Данный парадокс разрешается благодаря "упрощающему" влиянию абстрагирования при переходе с одного уровня метаисследования на другой (более высокий). Дело в том, что при переходе к более высоким уровням метаисследования множество возможных метатеорий $(M_1^{(k)}, M_2^{(k)}, ..M_s^{(k)})$ последовательно уменьшается, причем резко. Стало быть, выбор самих метатеоретических принципов (на некоторой ступени иерархии метатеорий) становится возможным путем *метапроверки*, т.е. без привлечения метатеоретических принципов более высокого порядка[1].

До сих пор мы рассматривали селективную функцию философских принципов в выборе программных теоретических принципов формирующейся теории. Отобранные с помощью философии программные принципы (в свою очередь) служат "дисциплинарными" селекторами (в смысле физической дисциплины) в выборе фундаментального теоретического закона, ибо последний не может быть получен дедуктивным путем из первых. Это обстоятельство можно обосновать (и показать) двояким образом. Во-первых, можно обосновать онтологически, т.е. тем, что между понятиями "сущность" (постигаемая программным теоретическим принципом) и "общий эссенциальный закон" (постигаемый фундаментальным теоретическим законом) по степени общности нет никакой разницы и поэтому отпадает необходимость дедуктивных отношений между ними. И, во-вторых, можно обосновать гносеологически (и вследствие этого методологически). При этом надо допустить, что программный теоретический принцип и фундаментальный теоретический закон суть одно и то же (процедура отождествления). Чем более из предыдущего ясно, что по степени общности между ними нет различия. Однако нельзя их отождествлять. Если их считать одним и тем же, то естественным было бы следующее наше утверждение: нефундаментальный теоретический закон, объясняющий феноменологическую конструкцию (высшую форму эмпирического знания), может быть получен дедуктивным путем непосредственно из программного теоретического принципа (или принципов как бы минуя фундаментальный теоретический закон, исходя из их тождества). Но как мы помним, программный теоретический принцип, будучи имея

[1]Бранский В.П. Философские основания проблемы синтеза релятивистских и вкантовых принципов. С. 72–73.

умозрительную природу происхождения, “изобретается” посредством замещения конструктами элементов формального гештальта-старой математической структуры, а, в свою очередь, нефундаментальный теоретический закон может быть выражен с помощью принципиально новой математической структуры. Однако последнюю нельзя получить дедуктивно из старой математической структуры, так как синтаксически они выражаются на существенно разных искусственных языках. Вот эти два обоснования делают понятным, почему фундаментальный теоретический закон нельзя вывести дедуктивно из программного теоретического принципа и почему необходим выбор.

Как показал историко-методологический анализ ряда фундаментальных физических теорий (от механики Галилея до квантовых теорий), что дело обстоит именно так, как выше нами обосновано. Между тем, заметим, что прежде чем выбрать с помощью дисциплинарного (физического) селектора (например, программного теоретического принципа классической электродинамики (КЭД) Максвелла – принципа близкодействия) фундаментальный теоретический закон, то этот принцип как и философско-онтологический селектор нужно довести до состояния, пригодного для использования (продолжая наш пример, сопоставить конструкту “наблюдаемые электромагнитные взаимодействия” величину “силу тока”, а конструкту “электромагнитное поле” – величину “скорость”). Далее, в результате процедуры квантификации Максвелл получил квантифицированный дисциплинарный селектор близкодействия: “наблюдаемым силам токов соответствуют ненаблюдаемые скорости изменения электромагнитного поля”. В последующем он должен быть формализован, переведен на новый математический язык и подвергнут к потенциальной проверке методом потенциальной дедукции. Только после этих процедур данный селектор становится, так сказать, “готовым к употреблению”. Если продолжим наш пример с КЭД Максвелла, то придем к следующему: чтобы выбрать с помощью “готового” селектора фундаментальный теоретический закон КЭД, необходимо было найти независимо от него выражение для электрокинетического количества движения. По другому говоря, здесь имеем дело с требованием, согласно которому, что теория должна оперировать с наблюдаемыми величинами (принцип наблюдаемости)[1].

Итак, на стадии фундаментального теоретического исследования

[1]Об этом см. подробнее: главу “Историко-методологическая реконструкция выбора принципа электродинамики Максвелла” данного исследования. Также см. о весьма драматическом выборе основного уравнения ОТО Эйнштейном главу: “Историко-методологическая реконструкция процесса становления и выбора принципов общей теории относительности (ОТО)” данного исследования. Поэтому не будем перегружать примерами данный текст.

существуют селективные ситуации, связанные с выбором программных теоретических принципов и фундаментальных теоретических законов. Выбор последних на самом деле означает выбор математического аппарата становящейся теории. Математические структуры, будучи формальными метатеориями по отношению к формальным математическим структурам физических теорий, не только объясняют последних, но и выполняют селективную функцию отбора теоретических законов. При этом они выполняют косвенную (вспомогательную) селекцию теоретических принципов, т.е. в некотором роде оказывают помощь философии в отборе этих принципов. Значит, формальные метатеории выполняют *производную* селективную функцию по отношению к селективной функции философских принципов. В итоге программные теоретические принципы производят *количественную* формальную селекцию, отбирая математический формализм формирующейся теории, а философские принципы – *качественную* содержательную селекцию этих же принципов.

Качественная содержательная селекция программных принципов фундаментальной физической теории, стало быть, требует адекватной проверки этих же принципов, чтобы окончательно принять теорию в качестве достоверного научного знания. Поэтому в содержании фундаментальной теории наряду с умозрительным аспектом, связанным с возникновением принципиально новых идей (и последующей качественной содержательной селекцией из их числа программных теоретических принципов), выделяется эмпирический аспект, подразумевающий связь этих идей (программных теоретических принципов) с экспериментом, опытом. Последняя невозможна без их количественной проверки. В связи с этим, возникает необходимость в количественной формальной селекции, т.е. в отборе таких теоретических программ, которые допускают количественную формулировку. Такой отбор производится не только на основе программных теоретических принципов, но и с учетом методологических правил соответствия и конструктивной простоты. Более того, он (отбор) использует селективную функцию математических аксиом (и их следствий – теорем).

В качестве примера можно привести как Э. Шрёдингер пришел к своему знаменитому волновому уравнению для стационарной задачи электрона в рамках квантовой механики. Для получения этого уравнения, используя оптово-механическую аналогию Гамильтона, он выбрал волновое уравнение в частных производных Гамильтона-Якоби с граничными условиями, выражавших задачу о колебаниях струны как формальный гештальт. Замещая в структуре этого гештальта элемент, связанный с функциональной величиной, новой структурой. Содержащей “пси”-

функцию, Шредингер полагает, что она представляет собой произведение переменных, зависящих только от трех координат. При этом, вводя постоянную вместе с логарифмом, он предположил, что она должна иметь размерность действия. На основе, таким образом, полученного формального метаконструкта далее Шрёдингер формулирует формальный метаумозрительный принцип ("аксиому"), содержание которого сводится к следующему: это уравнение может быть преобразовано так, что квадратичная форма от "пси" и её первых производных будет равна нулю. Он нашел условие квантования, отыскав такую функцию "пси", которая дает экстремальное значение интегралу от квадратичной формы функции. Стало быть, эта вариационная проблема и заменяет у него квантовые условия. Таким образом, под влиянием идеи Л. де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе материальных частиц ("дуализм волны-частицы") Шрёдингер выбрал такую математическую структуру, в которой выделялись бы дискретные значения какой-либо переменной. Этот выбор направлялся квантовым условием Зоммерфельда. Чтобы решить задачу о собственных значениях Шрёдингеру пришлось в него вставить дебройлевское соотношение[1]. Из сказанного выше следует, что Шредингеру в ходе проведения формального метаумозрительного исследования удалось отобрать свое знаменитое уравнение волновой квантовой механики. При этом надо заметить, что готового математического тезауруса для такого отбора в процессе построения НКМ не было. Поэтому Шрёдингеру пришлось заняться формальным метаисследованием по созданию новой математической структуры, необходимую для выражения фундаментального теоретического закона.

Очень поучительным примером выбора теоретического закона для иллюстрации нашей концепции является "драматический" выбор основного уравнения общей теории относительности (ОТО) Эйнштейном[2]. На нем мы вкратце остановимся. Первоначальный *феноменологический* подход к ОТО с его плоским пространством и искривленным временем сыграл в некотором роде *антиэвристическую* функцию на бернском и пражском этапах становления ОТО. Последующий цюрихский этап её становления связан с поиском адекватного математического аппарата

[1] О выборе математического формализма волнового варианта нерелятивистской квантовой механики см. подробнее: Главу "Методологические аспекты формирования нерелятивистской квантовой механики (НКМ)". Только лишь заметим, что в выборе своего уравнения волнового варианта НКМ Шрёдингер руководствовался принципом "волны-частицы" Л. де Бройля как основополагающим принципом, образующим теоретическую программу волновой квантовой механики.

[2] О нём см. подробнее: главу "Историко-методологическая реконструкция процесса становления и выбора принципов общей теории относительности (ОТО)" данного исследования. Чтобы не перегружать данный текст не будем рассматривать другие примеры.

будущей фундаментальной теории на основании принципа эквивалентности. В начале Эйнштейн остановил свой выбор на дифференциальной геометрии, а от неё с помощью своего друга М. Гроссмана он переходит к римановой геометрии. В ходе формального исследования в предметной области ОТО вместе с Гроссманом Эйнштейн руководствовался в качестве математического селектора формализмом Борна из его работы по релятивистским проблемам физики твердого тела, который имел "риманову подсказку" и вдохновил его на поиск ковариантности. На основании содержательных физических требований Гроссман выбрал дифференциальные уравнения гравитационного поля, связанных с дифференциальными инвариантами и дифференциальными ковариантами квадратичной формы $dS^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$. В процессе очень сложного формального исследования Гроссман нашел "архиважные" для будущей ОТО "четырехзначковый символ Кристоффеля", тензор Риччи и контравариантный тензор второго ранга, образованный из производных фундаментального тензора. При этом последний явился формальным гештальтом для дальнейшего поиска тензора, такого рода, что уравнение Ньютона-Пуассона являлось предельным случаем.

Между тем формальный аппарат тензорного исчисления и римановой геометрии как формальные математические селекторы "подсказывали" Эйнштейну и Гроссману как сделать последний шаг и тензору Риччи, являющийся сверткой по двум индексам четырехзначкового символа Кристоффеля, определяющего структуру римановой геометрии.

Когда Эйнштейн и Гроссман по существу пришли к уравнению Риччи, то им пришлось от него отказаться. Так был сделан им роковой для них выбор, затормозивший развитие ОТО на 2-3 года. Этот контрпродуктивный выбор был произведен Эйнштейном и Гроссманом в пользу необщековариантных уравнений, но вместе с тем таких, чтобы входящие в них величины образовывали тензор относительно линейных преобразований. Согласно авторитетному мнению В.П. Визгина, контрпродуктивный выбор метафорической (гибридной) тензорной теории тяготения Эйнштейна-Гроссмана (теория Э-Г) обусловлен тем, что в новой познавательной ситуации, возникшей после геометризации гравитации и выдвижения принципа ковариантности, столь мощные селекторы – принципы соответствия, причинности и сохранения выполнили *антиэвристическую* функцию, направив формальное исследование матаппарата ОТО по "ложному следу". Так ли это было? Нет, это не так. Эти "испытанные во многих сражениях за принятие истинной теории никак не могли "подвести", т.е. сыграть негативную роль в становлении ОТО. Дело заключалось в другом. Ошибочный выбор

теории Э-Г в некотором смысле был предопределен неправильным пониманием принципа причинности по отношению к общековариантным уравнениям. Позже Эйнштейн обнаружил ещё один физический селектор в пользу этого выбора, продиктованный ковариантностью закона сохранения энергии-импульса в условиях поля тяготения лишь относительно линейных преобразований. Вообще говоря, вплоть до 1915 г. Эйнштейн не знал элементарных свойств тензоров. Остальные доводы, оправдывающие эвристическую роль принципов сохранения и соответствия приведем чуть позже.

Венский этап развития ОТО показал, что селективные ситуации, связанные с *комплексной* теорией Абрагима, *фрагментной* теорией Нордстрёма, *псевдотеорией* Ми и *гибридной* теорией Э-Г составили содержание весьма *гипотетического нефундаментального теоретического исследования (и знания)* окончательной ОТО. В этот период Эйнштейн совместно с Фоккером выбрали формальный гештальт основного уравнения ОТО.

Берлинский этап становления ОТО связан с переходом от метафорической теории Э-Г к окончательной ОТО. Эта смена (выбор) обусловлена отказом от ограниченной ковариантности, которая не включала в себя равномерное движение, т.е. уравнения гравитационного поля могли быть ковариантны лишь относительно линейных преобразований (атематический селектор), это, во-первых; во-вторых, смещение перигелия Меркурия получилось вдвое меньше наблюдаемого (эмпирический селектор) и, в-третьих, полученное в октябре 1914 г. доказательство единственности гравитационного лагранжиана оказалось неверным (ошибочный результат как селектор). В первой ноябрьской статье 1915 г. он выбрал вариант ОТО с помощью аксиомы ковариантности всех систем уравнений относительно преобразований с определителем 1 в качестве математического селектора. Во второй ноябрьской статье Эйнштейн предложил, что уравнения должны удовлетворять выражению $\sqrt{g} = 1$, но в то же время они должны быть инвариантны относительно унимодулярных преобразований. Эти требования являются своеобразными математическими селекторами отбора вида уравнения. В третьей ноябрьской статье он сделал два крупных открытия – предсказания: а) количественное объяснение – предсказание прецессии перигелия Меркурия – без "необходимости делать какие-либо предположения"; при этом Эйнштейн получил значение, равное (45±85"); б) "Световой луч, проходящий вблизи поверхности Солнца, должен испытывать отклонения на угол 1,7" (вместо 0,85")". Эти предсказания теории впоследствии блестяще подтвердились астрономическими наблюдениями.

Знаменитая четвертая (от 25 ноября 1915 г.) статья наконец-то после долгого и упорного, полного драматизма формального исследования привела Эйнштейна к основному уравнению ОТО:

$$R^{\mu\nu} = -\chi(T^{\mu\nu} - (1/2g^{\mu\nu}T) \qquad (1)$$

Это уравнение соответствует ранее упомянутому нами гештальту, элементы которой замещены соответствующими математическими выражениями.

Почти одновременно (разница в пять дней) с Эйнштейном Д. Гильберт несколько иным путем получил основное уравнение ОТО. При выводе его в отличие от Эйнштейна применил вариационный принцип и тождества Бьянки. Поэтому закон сохранения энергии-импульса у Эйнштейна выступает в качестве ограничения (селектора). Если бы к этому времени он знал тождества Бьянки, то получил бы закон сохранения энергии-импульса почти автоматически из общей ковариантности уравнения (1). При законе сохранения энергии-импульса, т.е. при дисциплинарном физическом селекторе ранее упомянутое выражение $\sqrt{g} = 1$, сыгравшее роль одного из основных математических селекторов во второй и третьей статьях, теперь уже выполняет функцию вспомогательного (подсобного) математического селектора при отбора лишь удобной системы координат.

Если уж сравнить достигнутый результат четвертой берлинской статьи Эйнштейна с результатом цюрихского этапа ОТО (полученного в рамках теории Э-Г), то они (Эйнштейн и Гроссман) пришли к уравнению (1), "только" без второго члена в правой части ($-1/2g_{\mu\nu}T$). В этом "только" заключался весь драматизм поиска основного уравнения ОТО.

В связи со сказанным выше, т.е. с драматизмом поиска (1) надо учесть принципиальное различие между методологиями, касающихся анализа "готовой" теории (ОТО) и становящейся теории (ретро-ОТО). С точки зрения методологии "готовой" теории основное уравнение (1) – теоретическая схема ОТО является лишь "обобщением" (Э.М. Чудинов) формулы Пуассона $\Delta\varphi = 4\pi G\rho$, т.е. получается легко, просто и изящно: в левую часть уравнения вместо $\Delta\varphi$ ставится тензор кривизны $R_{\mu\nu}$ в правую вместо плотности ρ – тензор энергии-импульса $T_{\mu\nu}$, а вместо гравитационной константы G – релятивистская гравитационная константа χ и второй член $-1/2g_{\mu\nu}R$ вводится в левую часть, так как в целом таким образом полученное гравитационное уравнение ОТО

$$R_{\mu\nu} \quad -1/2g_{\mu\nu}R = \chi \cdot T_{\mu\nu} \qquad (2)$$

должно соответствовать законам сохранения[1]. Методология "готовой" теории ОТО, стало быть, полностью элиминирует из методологического анализа все этапы (бернский, пражский, цюрихский и венский) её становления, кроме последнего – берлинского, связанного с четвертой ноябрьской стать ей 1915 г. Как будто не было на свете того, полного драматизма поиска уравнений гравитационного поля Эйнштейном совместно с Гроссманом и др. Вообще говоря, в формуле Пуассона несомненно содержится эвристический указатель на форму возможного теоретического закона гравитационного поля, но действительным эвристическим содержанием её является *принцип соответствия.* Контравариантный тензор второго ранга, образованный из производных фундаментального тензора должен был служить селектором выбора тензора такого типа, что формула Пуассона являлась его *предельным* случаем. Таким образом, из методологии анализа "готового" знания выпадает вся интенсивная "жизнь" его становления, связанная с различными селективными ситуациями (выбор теоретической программы, теоретического закона, фундаментальный теоретический и селективный парадоксы как своеобразные селекторы выбора, выбор гештальтов и других процедур умозрительного исследования, ошибки и заблуждения ученых как селекторы смены направления научного поиска и др.). Поэтому западная философия науки не замечала умозрительный аспект в содержании научной теории, связанный с возникновением множества умозрительных комбинаций и последующим выбором из них такого варианта, который объяснял бы известные эмпирические законы и предсказал бы новые. Отсюда следует, что она уделяла свое основное внимание к анализу готового знания и, стало быть, в её поле зрения чаще оказывалась регулятивная (а не селективная) интерпретационная функция философии (и методологии).

Как показал методологический анализ, селективная функция программных теоретических принципов (в свою очередь, отобранных на основе философских принципов), ограничивающая множество возможных математических структур (выбор гипотетических уравнений), необходима, но *не* достаточна. Из выбранного подмножества знаковых структур происходит дальнейшее ограничение их с помощью методологических принципов соответствия, простоты, объяснительной и предсказательной силы и т.д. Вместе с тем, рассматриваемая нами количественная реализация новой качественной программы (отбор теоретического закона)

[1]Уравнение (1) можно преобразовать и получить тождественное ей уравнение (2). Об этом см. подробнее: Указанная глава данного исследования. Согласно ретро-ОТО, Эйнштейн первоначально получил (1), а не (2), которое приводится во всех учебниках и вообще в литературе, посвященной ОТО,

предусматривает также привлечение к ней (дополнительно) дисциплинарных физических селекторов типа принципов: инвариантности физических законов относительно фундаментальных групп преобразований (например, лоренц-инвариантность и связанный с ней специальный принцип относительности; калибровочная инвариантность в калибровочных теориях квантовых полей и инвариантность, обусловленная унитарной симметрией в ТЭЧ), вариационных (например, принцип наименьшего действия или экстремальная форма законов), симметрии, сохранения, дополнительности и др.

Наряду с качественной программой в отборе новой количественной программы (теоретического закона) важную роль играют не только методологические и физические (дисциплинарные) селекторы, но и известные математические закономерности (аксиомы) или их модификации, получаемые в процессах формального метаумозрительного исследования. Мы уже это показали на примерах формирования математических формализмов НКМ и ОТО.

Итак, формирование физической теории, дойдя до стадии теоретической схемы (после того как выбор фундаментального теоретического закона состоялся), превращается из *селективно-эвристического* исследования, связанного с умозрительным аспектом содержания теории, в *(физико-математическое (дедуктивное))*, связанное с *выводом* из фундаментального теоретического закона нефундаментальных теоретических законов, объясняющих известные эмпирические законы и предсказывающие новые эмпирические законы, согласующиеся с экспериментом[1]. Поэтому так называемое "дедуктивное развертывание" теоретической схемы связано с получением следствий, проверяемых на опыте. Следовательно, в противовес умозрительному аспекту, воплощающему генезис и селекцию новых физических идей, противопоставляем эмпирический аспект в содержании теории, подразумевающий связь этих идей (посредством дедукции из них следствий) с опытом.

С методологической точки зрения, стало быть, процедура выбора (селекции) теоретических принципов из умозрительных прямо противоположна процедуре вывода (дедукции). "Вывод связан, – пишет

[1]При этом надо иметь ввиду, что чисто качественное исследование на уровне теоретической программы какой-либо предметной области без привлечения количественных (физико-математических) процедур исследования превращается в натурфилософское (ранее нами подвергнутое критике), исключающее возможность экспериментальной проверки. Что касается теоретической *схемы*, то она как воплощение теоретического закона представляет собой некоторое уравнение (или система уравнений), схематизирующее реальность (в этой связи вспомним "мировую схематику" Е. Дюринга, критикуемую Ф. Энгельсом), ибо закон всегда не полон, не завершен.

В.П. Бранский, – с логической зависимостью принципов, т.е. возможностью их взаимной дедукции друг из друга; выбор, напротив, – с логической независимостью принципов (их невыводимостью друг из друга)"[1]. Логическая зависимость обусловлена, в общем, вхождением в принципы одинаковых конструкторв, а независимость – вхождением разных конструктов. Если бы все умозрительные принципы были зависимыми, стала бы возможной некая "дедуктивная машина", совершающая перманентные открытия, ибо тогда из любых спекулятивных принципов можно было бы путем изощренной дедукции получить истинные теоретические принципы. Но тогда мы не ушли бы далеко от идеала старой натурфилософии, которую уже критиковали. По причине логической независимости принципов, входящих в разные умозрительные концепции, становится необходимостью процедура выбора в научном исследовании. Неизбежность выбора, безусловно, запрещает дедуктивную (и индуктивную) "логику открытия", поскольку процедура выбора не является логической операцией[2]. Несколько "опережая события", можно сказать, что *процедура селекции первична (и определяет)* по отношению к *процедуре дедукции как производной*. Этот тезис требует своего обоснования.

Фундаментальный теоретический закон нежели другой, чем феноменологическая конструкция, так как вместо эмпирических понятий содержит уже теоретические конструкты и записывается на принципиально новом математическом языке (в отличие от нового эмпирического, так и от старого теоретического языка). При этом можно заметить, что этот закон содержит те же конструкты, что и принципы, посредством которых он был выбран.

Выше мы уже писали о том, что эмпирический аспект содержания теории связан с дедуктивным развертыванием схемы, в результате которого получаются следствия, проверяемые на опыте. С этого момента теоретическая схема превращается в теоретическую гипотезу. На этой стадии теоретическое знание становится дедуктивной системой, которая обладает функциями объяснения и предсказания. Но это вовсе не означает, что после формулирования фундаментального теоретического

[1]Бранский В.П. *Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов*. С.47.

[2]Логическая структура научного творчества, так сказать, "логика открытия" рассматривается в работах О.Ф. Серебрянникова, А.И. Ракитова, В.С. Библера и др. Интуицию как неосознанный логический процесс представляют, в частности, М.В. Попович, Е.С. Жариков и И.В. Бычко. Как считают П.В. Копнин, Л.М. Косарева – из отечественных и Р. Акофф, Ф. Эмери – из зарубежных исследователей научного творчества, что формирование нового знания происходит посредством *логических выводов*, автоматически или свернуто протекающих в мозгу человека.

закона, нахождения выражающих его уравнений, основные препятствия преодолены и дальше исследование пойдет почти автоматически, по алгоритмам дедуктивного вывода. Теоретическое исследование на стадии гипотезы не тождественно дедуктивному методу в формальной логике. Имея немало общего с дедуктивным логическим выводом, научное исследование на этом этапе лишь в целом по направленности совпадает с ним, являясь в то же время довольно сложным процессом сочетания различных познавательных процедур и методов.

Математический формализм или аппарат физической теории не является чисто формальной системой. А вся теория в целом формальным языком в строгом логическом смысле. Только приближенно можно считать математический аппарат физической теории как формально-логическое исчисление, разворачивающееся в соответствии с правилами математического оперирования и символической логики. Лишь отдельные фрагменты этого аппарата строятся подобным образом. Сами эти фрагменты отбираются в соответствии с программными и другими дисциплинарными теоретическими принципами. Таким образом, здесь при "сцеплении" этих фрагментов сочетаются селективные и дедуктивные моменты в научном исследовании. Вообще физическую теорию можно считать лингвистической системой (формальным языком) в той степени, в какой остается корректным разделение её на теоретическую схему и математический формализм. Сами по себе математические выражения (и структуры) не имеют физического смысла и только благодаря интерпретации на системе нефундаментальных теоретических конструктов (по В.С. Степину, абстрактных объектов), составляющих теоретическую схему, они получают физический смысл. Следовательно, отношение математического формализма к теоретической схеме можно (до определенной степени) рассматривать как своего рода семантическую интерпретацию гипотезы. Разные интерпретации теории как синтаксической структуры (и системы) строго фиксированы определенной предметной областью, а, с другой стороны, в том. Что семантическая и эмпирическая интерпретации внутренне взаимосвязаны через эйдетическую интерпретацию. Интерпретация гипотезы (имеющая указанную трехчленную структуру) связывает между собой два разных языка: язык теоретических конструктов, входящих в фундаментальный теоретический закон и язык эмпирических понятий, на котором описываются опытные данные[1].

[1]В некотором роде математику можно представлять как чисто формальную систему (или *синтаксис*), которая получает определенную интерпретацию при её применении к естественнонаучным и другим теориям. Одна и та же математическая структура (и система) используется в разных теориях. Стало быть, абстрактная математическая структура может

Возвращаясь к проблеме соотношения селекции и дедукции, можно заметить, что особенностью процедуры выбора в отличие от процедуры вывода является то, что результат выбора имеется в наличии (в "готовом к употреблению" виде, безусловно, в случае *актуальной* селекции, а не потенциальной, в которой конструктивная и эвристическая функции селекторов совпадают), тогда как результат вывода создается в процессе вывода. В таком смысле процедура вывода чисто внешне схожа с потенциальной селекцией, ибо последняя совершает выбор не из действительных, а из возможных умозрительных комбинаций, т.е. процедура выбора осуществляется одновременно с конструированием множества вариантов "новых" комбинаций. Таким образом, в ходе потенциальной селекции реализуются лишь те, которые согласуются с мировоззренческими принципами исследователя, оставляя, так сказать, "за бортом" тех возможных умозрительных комбинаций компонент старого знания, которые не "созвучны" этим принципам. Следовательно, создается иллюзия имплицитного "изобретения" новых вариантов умозрительного знания в процессе потенциальной селекции, придающей внешнюю схожесть с процедурой вывода.

Вслед за В.П. Бранским, под "выводом" мы понимаем операцию, с помощью которой некоторая формула (или система формул) преобразуется в некоторую другую формулу (или систему формул). "Выбор же с этой точки зрения есть операция, посредством которой определенная формула (система формул) выделяется из множества других формул (систем формул)"[1]. В этой цитате идет речь о выборе количественной программы теории на основании её качественной

быть интерпретирована в разных вариантах (а не в одном). Синтаксис формального языка, а математический язык – формальный язык, включает в себя алфавит, правила построения формул, исходные определения и правила вывода. Алфавит состоит из множества знаков различной природы (например, функциональные, технические (скобки, запятые и т.д.), предметные, обозначающие исходные элементы изучаемой предметной области теории: "масса", "заряд", "спин" и др. в ТЭЧ и т.д.). Правила построения формул, определения, аксиомы и правила вывода могут быть выражены в виде различных отношений (или функций), заданных на множестве знаков алфавита. Значит, при задании синтаксиса указывается его алфавит и совокупность отношений. Отсюда следует, что в сравниваемых теориях первое, что необходимо сделать – это выяснить их алфавиты и совокупности отношений, т.е. их синтаксисы. В аксиоматизированных теориях это легче всего сделать.

[1]Бранский В.П. *Эвристическая роль философских принципов в формировании физической теории // Эвристическая и прогностическая функции философии в формировании научной теории* / Под ред. проф. В.В. Ильина. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1976. С. 7. Термин "вывод". В.П. Бранским употребляется в смысле классической символической логики. Вообще говоря, само понятие логики (и логического) в данной работе употребляется для обозначения общей теории вывода. В этом контексте, говоря о соотношении логики и методологии можно сказать, что логика является частью методологии. Поэтому всякая логическая операция является методологической, но не всякая методологическая операция является логической.

программы и математических аксиом, но с учетом логических требований к ним: непротиворечивости и др. Здесь надо учесть то обстоятельство, что за словом "выделяется" имеется ввиду то, что формула (система формул) выбирается из тезауруса готовых формул (систем формул) в качестве количественной программы теории. Но вместе с тем не следует забывать рассмотренный ранее нами случай, когда готовый тезаурус математических структур отсутствует. Тогда, как мы увидели, приходится исследователям изобретать (или модифицировать) математические структуры (и аксиомы) в соответствии с новыми физическими закономерностями.

Можно предположить, что количественная программа физической теории представляет собой аксиоматическую систему, образованную из фундаментального теоретического закона (теоретической схемы, ставшей по существу теоретической гипотезой после того, как её дедуктивно "развернули"), воплотившего собой некоторый набор аксиом (физических по своей природе, т.е. содержательных), обладающих логической непротиворечивостью, необходимой полнотой и логической независимостью друг от друга[1] (напомним: их невыводимость друг из друга обусловливает необходимость выбора аксиом) и нефундаментальных теоретических законов (физический аналог математических теорем), полученных из него дедуктивным путем и объясняющей известный эмпирический закон и предсказывающий новый эмпирический закон. Таким образом, в соответствии с объяснительной и предсказательной функциями фундаментального теоретического закона (и аксиоматического метода) *гипотетическое* нефундаментальное теоретическое исследование как бы "раздваивается" на дедуктивные "ветви" объяснения и предсказания эмпирического знания. Стало быть, главной проблемой нефундаментального теоретического исследования в гипотетическом варианте становится поиск нового нефундаментального теоретического закона посредством так называемого "теоретического

[1]Очевидно, что тут речь идет о теоретической программе фундаментальной физической теории, образованной из одного или нескольких основополагающих теоретических принципов, выбранных на основании философских принципов, но с учетом указанных здесь логических требований (логических принципов). В некотором смысле ньютонов "метод принципов" (С.И. Вавилов) является физическим аналогом аксиоматики евклидовских "Начал". Однако при этом не следует отождествлять, как поступают многие исследователи (М.

Э. Омельяновский и др.) программный принцип (и принципы) с фундаментальным теоретическим законом и его уравнением. Об этом см. подробнее: Омельяновский М.Э. *Аксиоматика и поиск основополагающих принципов и понятий в физике //* Его же. *Развитие оснований физики XX века и диалектика*. – М.: Наука, 1984. С. 283-311. Как мы знаем, такое отождествление ведет к замещению селекции дедукцией при получении фундаментального теоретического закона.

доказательства", суть которого является дедуктивный вывод. "Чтобы найти истинный закон, – пишет В.П. Бранский, надо отыскать правильное ("строгое") доказательство. Исследователь находит подобное доказательство путем выбора из множества возможных доказательств такого, которое удовлетворяет известным логическим и математическим аксиомам и теоремам"[1]. При этом если выбор системы логических правил сделан верно и исходные посылки вывода истинны, то результатом вывода будет нефундаментальное теоретическое понятие; в этом смысле дедукция обеспечивает возможность получения нового, но выбор может быть сделан и иначе, иными будут и получаемые следствия. Иначе говоря, селекция более общая познавательная процедура, чем дедукция. Дело в том, что в первом приближении можно дедукцию рассматривать как "выбор" заключения (следствия) на основе выбора исходных посылок и правил дедуктивного вывода, т.е. как частный случай селекции.

Сказанное выше находит хорошую иллюстрацию в процессах поиска основного закона ОТО. Как уже мы показали, этот поиск сопровождался грандиозным гипотетическим нефундаментальным теоретическим исследованием, содержание которого составили комплексная теория тяготения Абрагама, фрагментная теория Нордстрёма, псевдотеория Ми и метафорическая (гибридная) теория гравитации Эйнштейна-Гроссмана. То же самое можно сказать и в адрес НКМ. Её окончательному формированию предшествовало не менее, если не более грандиозное нефундаментальное теоретическое исследование. Его содержание образовали следующие: комплексная теория корпускулярно-волнового дуализма света А. Эйнштейна, метафорическая (гибридная) теория – модель атома Н. Бора, комплексная теория "волн материи" Л. де Бройля и фрагментные теории – матричная и волновая варианты НКМ Гейзенберга и Шрёдингера[2]. Все перечисленные здесь теории являются таковыми по

[1]Бранский В.П. Указ. книга. С. 37-38. Вслед за ним термины "вывод", "дедукция" и "дедуктивный вывод" употребляем в этой работе как эквивалентные (синонимичные) и притом только в смысле, как уже упоминали, классической символической логики (см.: Карри Х. *Основания математической логики.* – М., 1969; Черч А. *Введению в математическую логику.* – М., 1960 и др.). Эвристическая роль доказательства исследована в работах: Пойа Д. *Математическое открытие.* – М., 1970; Серебрянников О.Ф. *Эвристические принципы и логические исчисления.* – М., 1970; Родин А. *Теорема* // Вопросы философии, 1998, № 9 и др.

[2]В их число не включаем феноменологическую "теорию" – квантовую гипотезу М. Планка как феноменологическую конструкцию, выбранную им путем перебора и имеющую дедуктивно-аксиоматическую структуру. Таким образом, уже на стадии *эмпирического* исследования сталкиваемся *сочетанием селекции* и *дедукции*, из которого явствует первичность селекции и производность дедукции. Методологическое "доказательство" содержания этого абзаца можно найти в главах настоящей работы: "Историко-методологическая реконструкция процесса становления и выбора принципов общей теории

отношению (или на фоне) к *обобщенной* НКМ, сформулированной на математическом языке самосопряженных операторов. В этом сопоставлении процессов формирования двух великих теорий XX века есть некоторое различие между ними, которое нашло свое выражение в словах "сопровождалось" и "предшествовало" по отношению к нефундаментальному теоретическому исследованию их. Суть этого различия состоит в том. Что к построению ОТО не "предшествовало" не только нефундаментальное теоретическое исследование (поэтому оно носит гипотетический характер), но и эмпирическое исследование как в построении других фундаментальных теорий (в том числе НКМ).

В русле сказанного выше, мы склонны думать о том, что ранее нами рассмотренная иерархия метафорических теорий, причем в несколько поколений (от становления релятивистской квантовой механики (РКМ), т.е. от уравнения Дирака (1928 г.), включая систему уравнений Баргмана-Винера (1948 г.), до становления квантовой теории поля (КТП); докалибровочный период развития КТП охватывает время от создания теории фейнмановского взаимодействия (1949 г.) до открытия механизма Хиггса (сюда входят аксиоматическая КТП, групповой и аналитический подходы и унифицирующий нелинейный подход Гейзенберга) и калибровочный период (1964 г. – по настоящее время, от открытия механизма Хиггса до попыток построения гранд- и суперкалибровочных теорий), построенных на подступах к общей ТЭЧ, составляет, на наш взгляд, нефундаментальное теоретическое исследование будущей единой ТЭЧ. Здесь нами указана иерархия поколений метафорических теорий, выражающих тенденцию, стремящуюся сохранить неизменным понятие макроскопического пространства-времени Минковского. В целом эту тенденцию представляет квантово-полевой подход к общей ТЭЧ.

Противоположную к этой вторую тенденцию – тенденцию на каком-то этапе развития квантово-полевого подхода видоизменить макроскопическое пространство-время Минковского выражает так называемый хроногеометрический подход к общей ТЭЧ. В русле этой тенденции можно обнаружить иерархию дистонных метафорических (теория пространственной решётки; Флинт, Амбарцумян и др., 1927-1938 гг. теория операторов координат; Снайдер, 1947-1948 гг. и т.д.) и диотонных метафорических (квантовая геометродинамика; Уилер, 1967 г., теория планкеонов; Станюкевич, 1969 г., теория фридмонов; Марков, 1976; теория деситтеронов; Роман, 1979 г. и т.д.) теорий. Впрочем, чтобы быть корректным следует заметить, что венчающий их суперструнный подход замыкает не весь хроногеометрический подход к ТЭЧ, а его

относительности (ОТО)" и "методологические аспекты формирования нерелятивистской квантовой механики (НКМ)".

континуальный вариант, при котором видоизменяются те или иные геометрические свойства макроскопического пространства-времени Минковского без отказа от аксиомы непрерывности (размерности в теориях расширенной супергравитации и суперструн).

Итак, с помощью определенной иерархии поколений метафорических теорий (и моделей, а также комплексных и фрагментных теорий) "коллективный теоретик" подходит к построению новой фундаментальной теории. Безусловно, между ними существуют дедуктивные отношения. Иерархичность поколений метафорических теорий (и моделей) и их теоретических законов находит онтологическое обоснование в иерархичности форм проявления иерархической сущности и иерархии эссенциальных законов.

Таким образом, являясь по сути *закономерным* этапом становления (и развития) фундаментальных физических теорий, метафорические теории (и модели) появляются в структуре физического исследования тогда и только тогда, когда построение новой фундаментальной теории (ОТО, НКМ и ТЭЧ) по причине сложности объекта её исследования (предметных областей гравитационных и квантовых явлений, элементарных частиц и квантовых полей, относящихся мега- и микромирам) сильно затруднено. Значит, *периодическая генерация* метафорических (комплексных и фрагментных) теорий в истории науки является *позитивной* необходимостью, играющей *эвристическую* роль в процессе *формирующейся* фундаментальной теории. Если возникновение метафорической теории выполняет эвристическую функцию, то *метафоризм*, т.е. попытка раскрыть сущность принципиально новых явлений с помощью старых теоретических понятий (и законов), что может до поры до времени выдерживать опытную проверку, но ведет к теоретическим парадоксам, выполняет *антиэвристическую* функцию. Последняя обнаруживается в отождествлении метафоризмом новой формирующейся теории с метафорическим вариантом старой теории, хотя появляющиеся в структуре метафорической теории *теоретические парадоксы*, являясь своеобразными *селекторами*[1], как раз служат *эвристическим сигналом* того, что новые явления выходят за границы

[1]Если селективная функция философских принципов заключается в отборе программных теоретических принципов (тем самым философия совершает *первичное ограничение*), то селективная функция теоретических парадоксов заключается во *вторичном ограничении*, отобранных философией указанных принципов, что сильно сужает (или отсеивает) последних. А последующая селекция их с помощью математических аксиом приводит к минимуму число этих принципов. Следовательно, селективная функция теоретических парадоксов и математических аксиом позволяет резко сократить число программных теоретических принципов под "контролем" философских принципов, чтобы стал возможным окончательный выбор путем перебора, т.е. опыта.

применимости старых понятий и пора исследователям приступить к построению новых фундаментальных понятий. Нетрудно заметить, что такая ситуация создалась в различных подходах к построению общей ТЭЧ.

В свете сказанного выше так называемая стандартная гипотетико-дедуктивная модель – интерпретация теории требует серьезных уточнений. "В первую очередь, – пишет В.С. Степин, – требует уточнения и конкретизации основной тезис концепций, согласно которому развертывание теории (получение из принятых аксиом их теоретических следствий0 осуществляется как чисто дедуктивный процесс, основанный на логическом выводе из утверждений верхних ярусов системы утверждений нижних ярусов вплоть до получения высказываний, сравнимых с опытом"[1]. Согласно концепции В.С. Степина, математический аппарат физической теории нельзя понимать как формальное исчисление, развертывающееся только в соответствии с правилами математического (и логического) оперирования. Поэтому лишь отдельные фрагменты этого аппарата строятся в согласии с последними[2]. Следовательно, теоретическое доказательство, связанное с поиском нового нефундаментального теоретического закона, осуществляется, по мысли В.С. Степина, посредством построения ("конструирования") частных теоретических схем на основе новых абстрактных объектов (в отличие от абстрактных объектов фундаментальной теоретической схемы) и превращает вывод каждого следствия из основных уравнений теории в особую теоретическую задачу. Стало быть, дедуктивное развертывание теории принимает вид решения таких задач, т.е. форму теоретического ("строгого") доказательства. "Решение некоторых задач, – указывает В.С. Степин, – с самого начала описывается в теории и предлагается в качестве образцов, в соответствии с которыми должны решаться все остальные задачи"[3]. В качестве таких "образцовых" (парадигмальных[1], в смысле Т.

[1]Степин В.С. *Теоретическое знание.* С. 708. По В.С. Степину, дедуктивное развертывание теории может осуществляться с помощью сочетания формально-логических приемов дедуктивного выведения из одних высказываний других с приемами решения уравнений и мысленными экспериментами с объектами теоретической схемы (См.: Там же. С. 123). Значит, "наряду с аксиоматическими приемами рассуждения, большую роль играет генетически-конструктивный метод построения знаний" (См.: Там же. С. 127). "Таким образом, если заранее не подгонять любую естественнонаучную теорию под идеал аксиоматико-дедуктивного построения научного знания, то довольно легко зафиксировать не только существование в ней теоретических схем, но и выявить важную роль в процессе развертывания теоретического содержания" (См.: Там же. С. 131). Тем самым В.С. Степин подчеркивает серьезную роль теоретических схем, выступающих в форме своих содержательных вариантов, в дедуктивном развертывании теории.
[2]Степин В.С. Указ. книга. С. 135.
[3]Там же. С. 134.

Куна) задач он приводит примеры вывода из законов Ньютона закона малых колебаний, закона движения тела в поле центральных сил, законов вращения твердых тел и т.д., а в электродинамике Максвелла – вывод из уравнений Максвелла законов Био-Савара, Кулона, Ампера, Фарадея и др.[2] Так, например, вывод закона Кулона связан с преобразованием уравнений Максвелла на основе новой теоретической модели, которая характеризует электростатическое поле точечного источника. При этом предполагают, что поле генерируется точечным зарядом и "направляется" по радиусу-вектору, проведенному из точки, в которой находится этот заряд. Стало быть, поток электрического поля определяется через шаровую поверхность с определенным радиусом, построенную вокруг точечного заряда. Таким образом, на основе указанной модели переписывают уравнения Максвелла (вначале для постоянного электрического поля, а затем для расчета величины потока поля через шаровую поверхность). Значит, путем сочетания аксиоматико-дедуктивных методов с генетически-конструктивными процедурами построения моделей осуществляется, по В.С. Степину, дедуктивное развертывание теории (в данном случае, дедуктивный вывод из уравнений Максвелла закона Кулона).

На наш взгляд, генетически-конструктивный метод (подход) построения знаний В.С. Степина, причем выступающий в форме своего содержательного варианта – теоретической схемы, есть *упрощенное* понимание селекции. Суть его заключается в предположении о том, что эвристическая функция научных идей может проявляться не только в селекции, но и в "конструктивной" функции, т.е. в создании множества новых абстрактных объектов теоретических схем. Последнее В.С. Степин связывает с так называемым конструктивным введением объектов в теорию[3]. Мы уже знаем о том, что новые конструкты и принципы создаются в процессах умозрительного исследования, т.е. с помощью стихийной игры творческого воображения и не нуждаются в "конструктивной" функции каких-либо вспомогательных принципов. "Единственное, в чем нуждается умозрительное исследование для своего успеха, – пишет В.П. Бранский, – это ограничение числа *возможных* комбинаций. (поскольку такое ограничение является предварительным

[1]Имеются ввиду задачи, решение которых составляют содержание куновской "нормальной науки" (нефундаментального теоретического исследования), т.е. "разгадывание кроссвордов-головоломок" (Т. Кун).

[2]Степин В.С. Указ. книга. С. 133.

[3]Об этом см. подробнее: Степин В.С. *Теоретическое знание.* С. 343. Также см.: Там же. С. 344, 347, 351, 352, 355, 376, 377, 440, 463–487, 490–495 и др. На этих же страницах им излагается концепция конструктивного обоснования теоретической схемы. Чтобы не "перегружать" данный текст подробно на них не будем останавливаться.

условием создания множества *действительных* комбинаций). Но такое ограничение есть не что иное, как особый вид селекции (имплицитная (неявная) "потенциальная")"[1]. Напомним, об этом уже мы писали ранее. Поэтому лишь заметим, что "потенциальная" селекция в отличие от "актуальной" селекции (не имеющей "творческого" характера по отношению к умозрительному знанию, но обладающей таким характером по отношению к теоретическому знанию) проявляет "творческий" характер: из множества *возможных* комбинаций старого знания ученый воплощает лишь те, которые допускаются его мировоззренческими установками. Следовательно, генетически-конструктивный метод В.С. Степина, связанный с конструктивным обоснованием теоретической модели, в действительности является селективным методом (дедуктивным он не может быть по своей "генетической" природе), так как определяется " идеей конструктивности". Последняя как методологическое правило указывает (и выбирает) пути построения адекватной интерпретации математического аппарата теории. Основным средством этой интерпретации, по В.С. Степину, является конструктивное введение абстрактных объектов. При этом правило конструктивности позволяет обнаруживать в "теле" теории неконструктивные объекты (элементы), приводящие к парадоксам. А они, как мы знаем, являются селекторами отбора "конструктивных" элементов теории.

Как показано выше, дедуктивное развертывание теории (теоретическое доказательство), целью которого является поиск нового нефундаментального теоретического закона (в форме фрагментной, комплексной и метафорической теорий), представляет собой *сочетание* процедур селекции и дедукции, аксиоматико-дедуктивных приемов с генетическим ("конструктивно-селективным") методом исследования. Схематически это можно представить следующим образом: $АДС_1 \rightarrow П_э$ $(КС_1) \rightarrow АДС_2 \rightarrow АДС_3 \rightarrow \ldots \rightarrow АДС_к \rightarrow П_т$ $(КС_к) \rightarrow П_с$ $(КС_ф) \rightarrow$ $(КС_п) \rightarrow АДС_а \rightarrow АДС_ь \rightarrow \ldots$

$АДС_1$ – аксиоматико-дедуктивная (формализованная) система феноменологической конструкции (например, закон излучения М. Планка);

$П_э$ – эмпирический парадокс (селектор-сигнал к переходу $КС_1$ – конструктивно-селективному методу исследования);

$АДС_2$, $АДС_3$,… $АДС_к$ – аксиоматико-дедуктивные системы фрагментных, комплексных и метафорических теорий, представляющих в совокупности нефундаментальное теоретическое исследование, предшествующее умозрительному исследованию (или одновременно

[1]Бранский В.П. *Эвристическая роль философских принципов в формировании физической теории.* С. 20.

“протекающему” с ним в случае с НКМ: комплексная теория корпускулярно-волнового дуализма света А. Эйнштейна, метафорическая теория-модель атома Н. Бора, комплексная теория “волн материи” Л. де Бройля и фрагментные теории – матричный и волновой варианты НКМ соответственно В. Гейзенберга, Э. Шрёдингера);

$П_т$ – теоретический парадокс (селектор-сигнал к переходу умозрительному исследованию, в структуре которого возникает $П_с$ – селективный парадокс, требующий для своего разрешения в качестве селекторов философские принципы – $КС_ф$: к примеру, рассмотренные нами полуклассическая модель атома Бора и его копенгагенская интерпретация НКМ);

$КС_п$ – выбор с помощью программных теоретических принципов теоретического закона (например, с помощью принципа “дуализма частицы-волны” Л. де Бройля Шредингер выбирает и “конструирует” своё знаменитое волновое уравнение);

$АДС_а$, $АДС_ь$, $АДС_с$,…– дедуктивное развертывание теории (совпадающее иногда с гипотетическим нефундаментальным теоретическим исследованием как в случае с ОТО: комплексная теория тяготения Абрагама, фрагментная теория Нордстрёма, псевдотеория Ми и метафорическая теория гравитации Эйнштейна-Гроссмана), объясняющее старый нефундаментальный теоретический закон и предсказывающее новый, согласующийся с опытом. Эта схема-“цепочка” показывает, что аксиоматико-дедуктивные (формализованные) процедуры исследования основаны (и потому производны, вторичны) на генетических (селективно-конструктивных) исследовательских процедурах. Но вместе с тем хочется заметить, что данная схема-цепочка значительно упрощает действительную познавательную ситуацию. Согласно ей, теория предстает как бы линейная последовательность одноуровневых законов, хотя они разделены различного рода парадоксами, отделяющими друг от друга эти уровни (эмпирический, нефундаментальный и фундаментальный теоретический). Внутри каждого уровня эмпирические и теоретические законы образуют определенную *иерархию*. Так, например, эмпирический уровень образует иерархию элементарных, интегральных и фундаментального эмпирического законов. Кстати, между ними существуют (и осуществляются) прямые *индуктивные* и обратные *дедуктивные переходы*. Нефундаментальный теоретический уровень образует иерархию фрагментных, комплексных и метафорических (гибридных) теорий, связанных дедуктивными отношениями. Более того, как мы убедились, рассматривая квантово-полевой и хроногеометрический подходы к общей ТЭЧ, что подуровень метафорических теорий образует, в свою очередь, иерархию в несколько

поколений этих теорий (и фундаментальных моделей). Можно полагать, что между ними существуют также дедуктивные переходы. Таким образом, в действительности теория (становящаяся теория как диссипативная система в особенности) представляет собой нелинейную систему разноуровневых иерархий и подиерархий научных законов.

Продолжая рассматривать соотношение селекции и дедукции в научном исследовании, хочется привести ещё один довод в подкрепление нашего тезиса о том, что процедура селекции первична (и определяет) по отношению к дедукции как процедуре производной и, стало быть, регулятивная функция методологических принципов в формировании новой теории подчинена (и производна от) селективной функции философских принципов[1]. Как известно в классической логике существует аксиома выбора. Суть её заключается в следующем утверждении: для любых попарно непересекающихся и непустых классов есть такой, что содержит по одному элементу из каждого класса[2]. Но как мы знаем, выбор – это операция принципиально нелогическая (это положение ранее нами обосновано) и селекторы, на основе которых производится выбор, являются внелогическими за тем исключением, когда устанавливается осмысленность и полнота умозрительной концепции, отбираемой в качестве теоретической программы будущей теории. Здесь в дополнении к селективной функции философских принципов применяются логические селекторы - принципы непротиворечивости, полноты и независимости аксиом[3]. Так как аксиома выбора как логический принцип “не работает” в

[1]В качестве еще одного довода этого тезиса можно было бы привести модель становления научной теории (ОТО и НКМ) как последовательном каскаде локальных и глобальных бифуркаций, происходящих в научном исследовании. О бифуркационно-синергетической концепции становления научной теории см. подробнее: Глава “Попытка построения синергетической модели процесса формирования фундаментальных физических теорий (на примерах НКМ и ОТО)” данного исследования.

[2]См.: Карри Х. *Основания математической логики.* С. 34.

[3]Несколько ранее в тексте мы давали разъяснение принципам непротиворечивости и независимости принимаемых аксиом. Все ж таки заметим, что под свойством независимости аксиомы или системы аксиом понимается их *невыводимость* в рамках данного формализма. Кроме того, независимость аксиом свидетельствует о существовании таких теорем, которые не могут быть доказаны без постулирования данной аксиомы (См.: Кондаков Н.И. *Логический словарь.* – М., 1971. С. 326). Если под системой аксиом понимать теоретическую программу и под теоремами нефундаментальные теоретические законы, то становится возможным “теоретическое (строгое) доказательство” Поэтому по отношению к нефундаментальному теоретическому знанию дедуктивная логика может контролировать и проверять процесс теоретического (математического) доказательства, но последнее, как уже знаем, сначала нужно выбрать. Теперь о полноте системы аксиом. По Д. Гильберту и В. Аккерману: “Во-первых, можно под этим понимать, что все истинные формулы некоторой содержательно характеризуемой области могут быть получены из данной системы аксиом. Но понятие полноты можно понимать более строго, так что некоторая система аксиом называется полной только в том случае, если присоединение к ней какой-нибудь до этого

конкретно научных селективных ситуациях, то следует её переформулировать с учетом тех полученных нами методологических результатов по исследованию селективной познавательной процедуры с аксиомы выбора на выбор аксиом (о чём мы рассуждаем с начала нашего исследования)[1]. В такой формулировке определяющая роль селекции и его первичность по отношению к дедукции не вызывает сомнений, ибо она совершается до аксиоматики теории, связанной с дедуктивным выводом из фундаментального теоретического закона (который уже предварительно выбран) нефундаментальных теоретических законов, объясняющих старый фундаментальный эмпирический закон и предсказывающий новый фундаментальный эмпирический закон.

Не раз мы отмечали то, что эмпирический аспект содержания теории подразумевает связь новых идей с опытом. В качестве новой теоретической идеи безусловно тут выступает программный теоретический принцип (аксиома). Он как синкретическое (сложное) образование воплощает в себе и понятие, и наглядное представление или единство того и другого и обладает необходимой эвристической (селективной) функцией для успешного выбора фундаментального закона становящейся теории. Система таких принципов (или один такой принцип) образует, напомним, теоретическую программу (систему аксиом) будущей теории. Также напомним о том, что на стадии своего дедуктивного развертывания фундаментальный теоретический закон, до этого существовавший в форме теоретической схемы, превращается в теоретическую гипотезу, так как дедуктивное развертывание схемы приводит к проверяемым на опыте предсказаниям. Стало быть, на стадии гипотезы теоретическое знание впервые становится дедуктивной

невыводимой формулы всегда приводит к противоречию" (Гильберт Д., Аккерман В. *Основы теоретической логики.* – М., 1947. С. 66). После доказательства так называемой "теоремы неполноты" К. Геделем требование полноты системы аксиом в *частично* формализованных физических теориях подразумевает необходимость использования такой системы программных теоретических принципов, в рамках которой все известные нефундаментальные теоретические законы (и связанные с ними через правила соответствия все эмпирические законы данной предметной области) являются следствием логического (дедуктивного) вывода из фундаментального теоретического закона и не приводят к противоречиям. Вообще говоря, требования независимости и полноты аксиом в рамках *селективно-аксиоматических* систем физического знания (а не гипотетико-дедуктивных), каковыми являются по сути фундаментальные физические теории, представляют собой принципы *логики науки*, а не собственно логики и, поэтому, применяемые в качестве логических селекторов выбора, должны пониматься в смысле, отличном от общепринятого в логике.

[1]О такой переформулировке данной аксиомы настаивают В.Н. Михайловский и А.Э. Назиров / См.: Михайловский В.Н., Назиров А.Э. *Философские основания естественнонаучного познания: физика и философия.* – Л.: Наука, 1990. С. 105.

системой, обладающей функцией объяснения и предсказания[1].

Говоря в общем, логическую схему гипотетико-дедуктивного рассуждения один из авторитетнейших исследователей логики науки К.Г. Гемпель представляет следующим образом:

$$\frac{\begin{array}{c} C_1, C_2 \ldots C_к \\ L_1, L_2 \ldots L_г \end{array} \quad (1)}{E}$$

Здесь $C_1, C_2 \ldots C_к$ – утверждения об определенных фактах (например, о положениях и импульсах определенных небесных тел в определенное время), а $L_1, L_2 \ldots L_г$ – общие законы (гипотезы) (например, законы классической небесной механики) и E – предложение о том, что объясняется, предсказывается или ретросказывается[2]. Считается, что

[1]Бранский В.П. Указ. книга. С. 52. На наш взгляд, именно это обстоятельство дает повод неопозитивистам и другим неправомерно отождествлять научную теорию с её гипотетико-дедуктивной структурой и считать теорию гипотетико-дедуктивной системой. Несмотря на ошибочность указанного методологического подхода, не учитывающего селективно-аксиоматическую структуру теории, включающей дедуктивный момент, как производную от селективного, тем не менее сыграл в истории философии науки выдающуюся роль, отдав предпочтение к анализу "интимных" аспектов логики языка науки. Таким образом, аналитическая философия обратила внимание исследователей на *регулятивную* функцию методологических принципов (аксиоматики) в формировании новой теории, хотя из её поля зрения выпала селективная функция последних.

[2]См.: Гемпель К.Г. *Логика объяснения.* – М.: Дом интеллектуальной книги, 1998. С. 148. При этом он замечает: "Доказательство имеет силу только в том случае, если его заключение E дедуктивно следует из посылок" (Там же). По Гемпелю, научное объяснение, предсказание и ретросказание имеют одну и ту же логическую структуру: рассматриваемый факт E можно вывести из других фактов $C_к$ посредством законов $L_г$. Между тем, хочется заметить, что классические результаты по логике объяснения Гемпелем получены совместно с Оппенгеймом (1948 г.). Думается, можно сопоставить вышеприведенную дедуктивную схему объяснения Гемпеля-Оппенгейма (или их так называемую дедуктивно-номологическую схему, опирающуюся на причинную связь явлений) со следующей логически строгой формой дедуктивного вывода, приведенной в книге А.А. Зиновьева: "Высказывание B выводится (дедуцируется) из высказываний A^1,… A^n по правилам логического следования, если и только если в теории логического следования доказуемо

$$A^1, \ldots A^n \quad B,$$

т.е. имеется соответствующее правило. Аналогично для любых других правил дедукции" (См.: Зиновьев А.А. *Логика науки.* – М.: Мысль, 1971. С. 160). Безусловно, А.А. Зиновьев не подразделяет исходные высказывания (посылки) дедуктивного вывода на законы и условия как делают Гемпель и Оппенгейм (он не ставил такую задачу), но от этого не меняется смысл (а только уточняется) смысл дедуктивного вывода по отношению к "эмпирическим наукам" (Гемпель и Оппенгейм). Несколько позже А.А. Зиновьев приводит системы аксиом, определяющие дедуктивные свойства высказываний о физическом следовании. Вот одна из них (в качестве примера и, как говорится, "без комментариев"):

$$/X \quad /R_x/Y/ \qquad / \forall \downarrow \; X \; //R_x/Y/ \text{ (См.: Там же. С. 201).}$$

Гемпель впервые четко связал объяснение (следовательно, предсказание и ретросказание) с дедуктивным выводом, это, во-первых; во-вторых, с дедуктивным выводом из законов и, в-третьих, сформулировал логические условия адекватности. Последние включают в себя следующие требования: а) экспланандум (объясняемое) должен быть логическим следствием экспланданса (объясняющее, включающее в себя "утверждения об антецедентных условиях и общие законы" (Гемпель))[1]; б) экспланданс обязательно должен состоять из общих законов ("утверждений строго универсальной фирмы или строго универсальные утверждения" типа "Все случаи Р являются случаями Q" (Гемпель)), действительно необходимых для дедуктивного выведения экспланандума; в) экспланданс должен содержать эмпирический аспект, т.е. должен быть принципиально проверяем на опыте и г) предложения, составляющие экспланданс должны быть истинными (эмпирическое условие адекватности). На наш взгляд, "антицедентные условия" представляют собой начальные условия или эмпирический базис теории, а пункты в) и г) – требованиями, подразумевающими, во-первых, связь новых идей (аксиом или программных принципов теории) с опытом и, во-вторых, первоначальную проверку этих принципов методом потенциальной дедукции для их принятия.

По Гемпелю, в рамках аксиоматизированной теоретической системы Т, совокупность предложений, утверждаемых ею, подразделяется на два класса: "*исходные предложения,* или *постулаты* (также называемыми *аксиомами*), и *выводимые предложения*, или *теоремы* [курсив Гемпеля – Д.О.]"[2]. Таким образом, эти два класса предложений образуют то, что ранее мы имели в виду под дедуктивным развертыванием теоретической схемы (теоретическое доказательство), однако, с учетом той "длинной цепочки" $АДС_к$ *иерархических* подтеорий нефундаментального теоретического исследования и дедуктивных отношений между ними. Между тем, согласно Гемпелю, если исходные термины (по нашему, теоретические конструкты) и постулаты (программные теоретические принципы) аксиоматизированной системы (фундаментальной теории) определены, то доказательство теорем (по нашему, нефундаментальных теоретических законов), то доказательство теорем (по нашему, нефундаментальных теоретических законов), т.е. вывода производных предложений из исходных, можно производить посредством чисто формальных правил дедуктивной логики[1], которым подчиняются математические преобразования одних формул (или системы формул) в другие формулы (или системы формул). Следовательно, считает он, "для дедуктивного развития аксиоматизированной системы совершенно не нужно приписывать смысл ни исходным, ни выводимым выражениям"[2]. С нового абзаца, однако, Гемпель проясняет ситуацию по отношению к естественнонаучным теориям: "…дедуктивная система может функционировать как теория эмпирической науки только в том случае, если ей придана интерпретация с помощью ссылки на эмпирические явления"[3]. Значит, расположение этих двух мыслей Гемпеля рядом (через абзац) подтверждает идею единства (и взаимодополнительности) формализации и интерпретации научного знания. Последняя осуществляется, по его мысли, с помощью *интерпретативных предложений*, связывающих некоторые термины теоретического словаря с терминами наблюдения[4]. По другому это означает, что ранее нами

[1]Объяснение состоит из двух частей – экспланандума и экспланданса. Схему объяснения см.: Там же. с. 93. Под экспланандумом Гемпель понимает "описание объясняемого эмпирического явления", т.е. не само объясняемое явление, а описывающее его предложение, а под экспланансом – взятое выше в скобки совокупность предложений, служащий основанием для объяснения данного явления.

[2]Там же. С. 160. При этом он дополняет: "Кроме того, всегда предполагается, что теория сформулирована в лингвистических рамках четко определенной логической структуры, определяющей, в частности, правила дедуктивного вывода" (Там же).

[1]Гемпель К.Г. *Логика объяснения.* С. 161. Сравни сказанное выше: "При аксиоматизации некоторое число утверждений вида X –Y выбирается в качестве основных (аксиомы) и указываются правила, с помощью которых из них можно получить остальные утверждения такого рода" (См.: Зиновьев А.А. *Логика науки.* С.137). Безусловно, достоинством этой цитаты является то, что в ней А.А. Зиновьев указывает не только на выбор теоретического доказательства (X –Y), но и, что очень важно, на выбор аксиом.

[2]Там же. По нашему мнению эту мысль Гемпеля опять же можно сравнить со следующей мыслью А.А. Зиновьева: "Аксиоматизация теории логического следования ещё не есть её формализация. В аксиоматической системе речь идет ещё о высказываниях с определенными логическими операторами… При формализации же отвлекаются от значения употребляемых символов (букв), рассматривая их не как обозначения высказываний и логических операторов, а просто как особого рода объекты" (Зиновьев А.А. *Логика науки.* С.137). На "фоне" этого высказывания, по-видимому, у Гемпеля речь идет о формализованной аксиоматической системе. Как известно, формализация теории в общем случае есть запись на *искусственном языке* качественных закономерностей теории и правил перехода от одних закономерностей к другим (правил вывода). Безусловно, здесь речь идет о математическом аппарате физических теорий как знаковой структуры ("формулы"), выражающей количественный аспект качественных закономерностей. Ранее мы не раз останавливались на нём, когда обсуждали проблему выбора математического формализма физической теории. На современном уровне развития последней только закономерности записываются на искусственном языке, правила же вывода – на естественном языке (См.: об этом подробнее: Алексеев Б.Т. *Философские проблемы формализации знания.* – Л.: Изд-во ЛГУ, 1981).

[3]Там же.

[4]Гемпель К.Г. Указ. книга. С. 161. В истории неопозитивизма много схожих с этой идеей: "координационные предложения" Рейхенбаха, 1928 г.; "правила соответствия" Маргенау, 1950 г.; "словарь", связывающий теоретические термины с терминами наблюдения Рамсея, Кэмпбелла, 1931 г.; "эпистемическая корреляция" Нортропа, 1947 г.; снова "правила соответствия" Карнапа, 1956 г. и др. Впоследствии общеприняты "правила соответствия" Маргенау-Карнапа.

рассмотренная (на многих примерах из истории физики: от механики Галилея до квантовой теории) трёхэтапная (семантическая, эйдетическая и эмпирическая) интерпретация связывает теоретические конструкты (термины теоретического словаря, по Гемпелю) с эмпирическими понятиями (терминами наблюдения). Поэтому на ней подолгу не будем останавливаться, но лишь отметим, что так называемые правила соответствия обеспечивают интерпретацию: переходы от теоретического к эмпирическому и от эмпирического к теоретическому. Под этими переходами мы имеем в виду объяснение известного эмпирического закона с помощью одного нефундаментального теоретического закона, дедуцированного из фундаментального теоретического закона и предсказание нового эмпирического закона (независимого от известного эмпирического закона) с помощью другого (независимого от первого) нефундаментального теоретического закона, дедуцированного из указанного закона. Между тем заметим, что соответствие (взаимооднозначное в некоторой степени) между нефундаментальными теоретическими конструктами и эмпирическими понятиями устанавливаются не процедурами селекции и дедукции, а посредством а) построения теоретических моделей, соответствующих данным конструктам и б) выполнения мысленных экспериментов, т.е. мысленного взаимодействия указанных моделей с эмпирическим представлением о приборе (по Степину, мысленных экспериментов с абстрактными объектами теоретических схем). В итоге проведения мысленного эксперимента возникает новая эмпирическая модель, обеспечивающая связь гипотезы с опытом. Тем самым мы завершили краткое рассмотрение процедур связи новых идей с опытом, т.е. эмпирического аспекта содержания научной теории.

Итак, на заключительной стадии формирования теории (когда она освобождается от “селективных философских подпорок и строительных лесов”, применявшихся при “возведении здания научной теории” (перефразируя Э.А. Бёрта) или то же и что когда “убираются комнаты уже построенного дома” (Л. Витгенштейн)) роль философии заключается в уточнении (и интерпретации) почти что готового знания. Это обстоятельство впервые ясно было осознано представителями неопозитивистской философии науки в XX в. Логические позитивисты, замещая традиционную гносеологию аксиоматико-дедуктивной формой построения научного знания, а философии оставляют лишь *регулятивную* (а не эвристическую) функцию, т.е. упорядочивающую логическую структуру и уточняющую интерпретацию готового знания (вследствие отождествления ими философии и логического анализа языка науки первой оставляют лишь аналитическую (и регулятивную) функцию).

Действительно, по отношению к готовому знанию философские (методологические) принципы выполняют функцию не селекторов, а методологических *регулятивов*, участвуя в интерпретации математического формализма теории и усовершенствовании логической структуры последней. В период подготовки к *изложению* уже готовой научной теории философия участвует в “косметическом ремонте” наряду с аксиоматико-дедуктивной логикой.

Значит, так называемый “контекст обоснования” западной философии науки представляет собой в некотором роде в содержании теории её эмпирический аспект, а “контекст открытия” – её умозрительный аспект. Следовательно, в рамках “контекста открытия” идет творческий поиск (генерирование и отбор) новых идей (глобальных и локальных) в науке, а в рамках “контекста обоснования” ведется поиск, но другого рода – аксиоматико-дедуктивного обоснования этих идей, чтобы связать их с опытом (и что немаловажно корректно (доказательно) изложить их). В некотором смысле дедуктивное развертывание теории, т.е. вывод из фундаментального теоретического закона нефундаментальных теоретических законов (вместе образующих аксиоматико-дедуктивную формализованную систему, которую иногда отождествляют с физической теорией – этим грешат неопозитивисты из зарубежных, а из отечественных, в частности, М.В. Мостепаненко (лишь в отчасти)), *совпадает* (и отчасти тождественно) с изложением готовой теории. Поэтому готовая, аксиоматически изложенная физическая теория воспринимается ими как аксиоматико-дедуктивная система и отождествляется с ней.

По этой причине из поля зрения философии науки *ускользал* “контекст открытия” – *умозрительный* аспект содержания формирующейся теории, иначе, генерация и отбор, если можно так выразиться, идейного материала и оставался в этом поле зрения “контекст обоснования”[1]. Стало быть,

[1]Если вернуться к дедуктивно-номологической схеме объяснения (1) Гемпеля-Оппенгейма, то можно заметить, что обозначенные в ней законы (L_1,…L_2,…L), согласно ранее нами рассмотренной концепции о том, что теория в формальном отношении представляет собой нелинейную систему разноуровневых иерархий и подиерархий научных законов, являются иерархиями законов, образующие разные (1-й, 2-й,… r-й) уровни эмпирического и теоретического постижения явлений и разнопорядковой сущности, скрытой за ними и иерархии эссенциальных законов. В свою очередь, каждый уровень образует аксиоматико-дедуктивную систему, являясь своего рода теоретическим доказательством “теорем” – нефундаментальных теоретических законов, выведенных из “фундаментального” теоретического закона (“аксиомы”) данного уровня. При этом мы отметили, что между этими законами существуют индуктивные и дедуктивные переходы, но преобладают последние. Безусловно, 1-й уровень образует иерархия эмпирических законов, в которой вначале преобладают индуктивные переходы (при накоплении элементарных эмпирических законов), а позже на стадии феноменологической конструкции – дедуктивные. Далее, на более

асимметрия между ними (как следствие существовавшей *асимметрии* между философско-методологическими исследованиями *становящегося* и *готового* знания) предопределила *отождествление* (неправомерное по сути) эвристической и регулятивной функции философских принципов и вследствие этого замещение философских *селекторов* методологическими *регулятивами* в построении научных теорий. Тем самым, подавляющее большинство методологов и философов от науки не смогло корректно поставить проблему эвристической роли философских принципов в формировании новой фундаментальной теории, но тем более её разрешить.

Проведенное выше исследование позволяет сделать некоторые *выводы* (но с учетом тех промежуточных итогов, которые выделены в тексте и их заново здесь не будем приводить):

1. Историко-методологические реконструкции формирования ряда фундаментальных физических теорий (от механики Галилея до квантовой теории) позволяют выявить в их содержании *умозрительный* аспект, связанный с возникновением *принципиально новых физических идей* и *эмпирический* аспект, подразумевающий *связь* этих *идей с опытом*. В процессах формирования, функционирования и развития (смены) фундаментальных физических теорий, стало быть, возникает необходимость *сочетания* познавательных процедур *селекции* и *дедукции*.

2. Как показал анализ “селективного парадокса”, в формировании *фундаментальной* физической теории участие философских принципов *необходимо*. Их *эвристическая* функция в научном исследовании всегда *селективна*. Конструктивная функция философских принципов в самом деле является *упрощением* их селективной функции (как потенциальной селекции в отличие от актуальной). Восхождение от эмпирии к теории обязательно предполагает выбор, как необходимую компоненту творческого процесса. С методологической точки зрения, процедура выбора (селекции) прямо противоположна процедуре вывода (дедукции) в научном исследовании. В этом смысле процедура селекции *первична* (и *определяет*) по отношению к процедуре дедукции как производной. Стало быть, регулятивная функция методологических принципов подчинена (и производна от) эвристической функции философских принципов.

3. Выбор, с методологической точки зрения, представляет собой взаимодействие трёх компонент: а) научные работники как субъекты научного исследования; б) селекторы (селективные критерии и средства

высоких этажах иерархической организации теории находятся нефундаментальные теоретические законы, образующие иерархию фрагментных, комплексных и метафорических (даже в несколько поколений в случае ТЭЧ теорий), так сказать, с разной “глубиной” иерархичности теоретических законов.

выбора) и в) тезаурусы выбора (селективные ситуации).

4. На всех стадиях научного исследования с необходимостью существуют тезаурусы, которые разрешаются по-разному и различными селекторами. Поэтому селективная функция критериев выбора – селекторов не только возможна, но и необходима.

5. На стадии развитого эмпирического нефундаментального теоретического исследования существуют тезаурусы: а) при поиске математической структуры для построения феноменологической конструкции и 2) при выборе старого фундаментального теоретического закона (и законов) для построения иерархии фрагментных, комплексных и метафорических теорий, т.е. в целом дедуктивного (теоретического) доказательства и участвуют математические селекторы – законы математических структур (аксиомы), логические селекторы – логические принципы непротиворечивости, независимости и полноты и методологические селекторы – принципы соответствия, конструктивной простоты, симметрии, сохранения, объяснительной и предсказательной силы и др.

6. На стадии умозрительного исследования (в процессах концептуальной и эйдетической интуиций, т.е. стихийной игры творческого воображения) при выборе компонентов умозрительного знания (идеала, гештальта и др.) играют селективно-умозрительные критерии, связанные с эвристическими возможностями наглядных образов и моделей (принцип наглядности). В процессах указанных интуиций, в “механизмах” которых эвристические наглядные средства играют решающую роль в процедурах замещения (происходят потенциальная и актуальная селекции наглядных образов и моделей). Актуальная селекция связана с получением осмысленных умозрительных принципов (концепций) с помощью логического селектора – принципа непротиворечивости.

7. На стадии фундаментального теоретического исследования возникают глобальные селективные ситуации, связанные с выборами теоретической программы, теоретического закона (или системы таких законов) и с принятием теории (окончательная селекция). Первая ситуация разрешается с помощью философских принципов, а вторая – физических теоретических принципов, и, наконец, третья – постановкой реального эксперимента. При этом актуальная селекция программных теоретических принципов посредством философских принципов усиливается (и уточняется) методом потенциальной дедукции, а теоретического закона (или системы законов), т.е. математического аппарата теории – математическими аксиомами, логическими принципами и методологическими правилами (см.: пункт 5 этих выводов). На стадии

теоретической гипотезы формирующаяся теория становится дедуктивной системой, обладающей функциями объяснения и предсказания.

8. Можно показать, что нет однозначных селекторов выбора (их селективная функция всегда *относительна* (и они образуют определенную иерархическую систему селективных критериев, в которой, с одной стороны, решающую роль играют философские принципы, а с другой стороны – реальный эксперимент, опыт. В промежутке между ними селективную функцию выполняют различного рода парадоксы (четыре вида парадоксов – эмпирический, теоретический, теоретико-эмпирический и селективный, т.е. они являются не только тезаурусами выбора, но и селекторами), дисциплинарные (физические) теоретические принципы, математические аксиомы, логические принципы и др.

9. Необходимость сочетания селекции и дедукции в научном исследовании обосновывается тем, что согласно методологической концепции эвристического реализма, представляющей конструктивную постмодернистскую философию науки, по сути, *физическая теория* представляет собой форму достоверного знания, которая является *селективно-аксиоматическим* по своей структуре (включает *дедуктивный* момент) имеет объяснительную и предсказательную функции и включает интерпретацию формального (математического) аппарата с помощью конструктов (понятий особого рода).

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие ……..…..…3
Часть I. Ведущая тенденция в истории взаимодействия философии и физики. …….7
Глава I. Эвристическое влияние философии на физику: неопозитивистский и постпозитивистский подходы и их критика…….……..7
Глава 2. Эвристическое влияние философии на физику: неонатурфилософский подход и его критика……38
Глава 3. Эвристическое влияние философии на физику: методологические концепции эвристического реализма и их компаративистский (сравнительный) анализ……..…..…50

Часть II. От механики Галилея до квантовой теории: историко-методологический анализ …… ……..…68
Глава I. Историко-методологическая реконструкция формирования конструкта «инерция» в механике Г. Галилея …….70
Глава 2. Историко-методологическая реконструкция выбора принципа электродинамики Максвелла.……84
Глава 3. Методология F.Эйнштейна и реконструкция выбора принципов специальной теории относительности (СТО)…….104
Глава 4. Историко-методологическая реконструкция процесса становления и выбора принципов общей теории относительности (ОТО)…...……128
Глава 5. Методологические аспекты формирования нерелятивистской квантовой механики (НКМ)……..……176
Глава 6. Попытка построения бифуркационно-аттракторной модели процесса формирования фундаментальных физических теорий (на примере НКМ и ОТО)……..……..232
Глава 7. Квантовая теория физического вакуума и буддийское философское учение о пустоте (“шуньята”) и перспектива их эвристического взаимодействия…….……..255

Часть III.Соотношение эвристической и регулятивной функции философских принципов в формировании новой физической теории…….294
Содержание…….…….…..346

Учебное издание

Даши-Дондоп Эметхенович Очиров

Методологическая физика.

Редактор *Т.А.Стороженко*

Подписано в печать 5.12.2003 г.
Формат 60х84 1/16 Усл.п.л.
уч.- изд.л. Тираж С.

Издательство ВСГТУ г.Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40а
Отпечатано в типографии ВСГТУ. г.Улан-Удэ, ул.Ключевская,42