

А.И.Липкин

От эмпиризма к рационализму (на материале становления электродинамики)¹

Последние полтора века философия науки развивается в рамках позитивизма, который прошел ряд фаз, традиционно называемых 1-м (Конт, Спенсер, Милль), 2-м (Мах, Пуанкаре и др.), 3-м (Венский кружок). Последний, называемый часто «неопозитивизмом» и «логическим позитивизмом», в конце 1930-х приходит в тесное взаимодействие с американским прагматизмом (это было стимулировано интенсивной эмиграцией философов-неопозитивистов из Австрии и Германии в США). Общим знаменателем всех перечисленных течений является эмпиризм, восходящий к Фр.Бэкону². В значительной степени это относится и к так называемому постпозитивизму 1960-70-х, выросшему на исторической (Т.Кун и др.) и логической (К.Поппер и др.) критике позитивизма. Последняя основывается на аргументах Юма, указавшего на «ахиллесову пяту» эмпиризма. Сегодня эту критику наиболее последовательно, в плане следующих из нее выводов, проводит Б.ван Фраассен [30]. Вокруг его позиции в рамках эмпиризма с новой силой разгорелся спор «реализма» и «конструктивизма», возникший столетием раньше в связи со столкновением классической и нарождавшейся неклассической физикой. Каковы же результаты этого полуторавекового пути?

Во-первых, это предложенный еще основателем позитивизма О.Контом способ решения поставленной Юмом проблемы введения общих утверждений типа «законов физики» в рамках последовательного эмпиризма.

Путь Конта естественным образом ведет к феноменологизму и инструментализму конца XIX в. Современный «эмпирический конструктивизм» Б. ван Фраассена по сути есть повторение пройденного. Собственно, и сам он свою позицию возводит к «ядру эмпиризма» У.Джеймса, провозглашенному последним в 1896 г.: «Опыт является легитимным и единственным легитимным источником наших фактуальных мнений» [29, р. 252]. В своем «эмпирическом конструктивизме»³ Б. ван Фраассен утверждает, что в науке совершаются не «открытия», а изобретения, а критерием отбора теорий (и их целью) является не «истина», а эффективность [30]. Такая позиция снимает возражения Юма-Поппера и Куна-Фейерабенда, но противоречит и массовым и элитарным представлениям о науке как научного сообщества, так и общества в целом (правда, в период научных революций конец XIX — начало XX вв. махизм был весьма популярен). Эта позиция, как и ее аналоги 100 и 150-летней давности, является логически последовательной, но малоудовлетворительной с точки зрения «научного сообщества», которое не очень-то склонно ограничивать свои притязания рамками инструментализма. Поэтому в своем споре с «конструктивным эмпиризмом» «реалистический эмпиризм» опирается прежде всего на господствующее мнение в среде ученых. «Большинство философов науки... были бы обеспокоены, если бы обнаружили, что их принципы приводят к результатам, странным и эксцентричным с точки зрения научной элиты...», — утверждает представитель «причинного реализма» Ньютон-Смит [21, с. 174]. Но современные «эмпирические реалисты», утверждающие, что в науке совершаются открытия и ее цель — достижение истины, под давлением старых юмовских критических аргументов, обновленных К.Поппером, и новой историцистской критики Т.Куна и др. вынуждены существенно отступить до попперо-лакатосовского мягкого конвенционализма и расплывчатого «приближения к истине» [21], отступить в сторону «конструктивного эмпиризма» [18].

Таким образом, подводя итоги развития философии науки в рамках эмпиризма за последние 100 (если не 200) лет, в качестве продвижения можно выделить, во-первых, смягчение, а точнее отступление, современных «эмпирических реалистов», которое мало кого удовлетворяет и вряд ли может рассматриваться как победа. Во-вторых, относительно новый, идущий от постпозитивизма 1960-70-х гг. комплекс проблем, связанных с историей развития науки и научными революциями. Здесь можно

говорить о существенном продвижении в моделях развития науки Т.Куна и И.Лакатоса. Но эта историцистская линия слабо связана с эмпиризмом.

Неудовлетворительность итогов полуторавекового развития философии науки в рамках эмпирического позитивизма, да и всего послелокковского эмпиризма ярко проявляется в разгоревшейся в конце XX в. дискуссии между «конструктивным эмпиризмом» и «реалистическим эмпиризмом» [29; 28; 18; 12]. Все это указывает на необоснованность ограничения философии науки рамками эмпиризма и бэконовской модели познания природы.

Поэтому имеет смысл рассмотреть альтернативные эмпиризму варианты философии и методологии науки. Один из таких вариантов, истоки которого восходят к Г.Галилею (практически ровеснику Фр.Бэкона), предлагается в данной работе.

В основе предлагаемого подхода — структурная модель зрелой естественной науки. Причем эта структурная модель учитывает историческую критику постпозитивизма и кардинально отличается от структурных моделей логических позитивистов.

Одна из характерных черт предлагаемого подхода — укрупнение исходной единицы. Единицей анализа у нас является не предложение (что было характерно как для логических позитивистов, так и для многих из их критиков), а «раздел науки» типа классической или квантовой механики, электродинамики и т.п. Феноменологически «разделы науки» заданы в РЖ и учебниках. Более строгое понятие «раздела науки», на основе вводимой нами структурной модели зрелой естественной науки, будет дано ниже.

Вторая особенность — наша структура неэмпирическая. В основе структуры науки эмпиристов, идущих от Фр.Бэкона и его метода индукции, лежит противопоставление двух слоев — эмпирического (исходного, базисного) и теоретического (обобщения). В предлагаемой структуре зрелой науки, образцы которой дает физика, принципиально другое членение, здесь речь идет о некотором теоретико-эмпирическом целом, рождающемся как Афина из головы Зевса.

Наиболее близкой такой теоретико-эмпирической модели являются, по-видимому, двухслойные «исследовательские программы» И.Лакатоса [10]. Но предлагаемая нами структура разработана куда более детально, что позволяет даже использовать ее практически в процессе освоения и развития физики⁴.

В рамках предлагаемой модели эмпирическая работа в духе Фр.Бэкона по собиранию и обобщению эмпирических фактов (сюда мы относим многие «поисковые эксперименты», с точки

зрения зрелой электродинамики сюда следует включить опыты Эрстеда и др.) — это необходимая «почва». Но сама зрелая наука, типа раздела физики, — это «растение», которое растет на почве, но вырастает из семени, а не из почвы (возможно, что семенем часто является парадокс [12]). Вопрос о том, как возникает это «растение», мы (как и К.Поппер) оставляем, по сути, открытым, ограничившись лишь приведением аргументов в пользу его неэмпирического характера. Мы рассмотрим лишь само «растение», т.е. структуру естественной науки. Основываясь на этой структуре, отличающей ее от других культурных феноменов, мы предлагаем новое решение попперовской проблемы «демаркации» с учетом аргументов постпозитивистской критики К.Поппера, Т.Куна и др.

Предлагаемая структура естественной науки была получена нами, в первую очередь, из анализа «Бесед...» Г.Галилея, где он, решая доставшуюся ему в наследство от Аристотеля задачу об описании падения тела, закладывает основу естественной науки Нового времени. Предложенный Галилеем путь кардинально отличался от бэконовского.

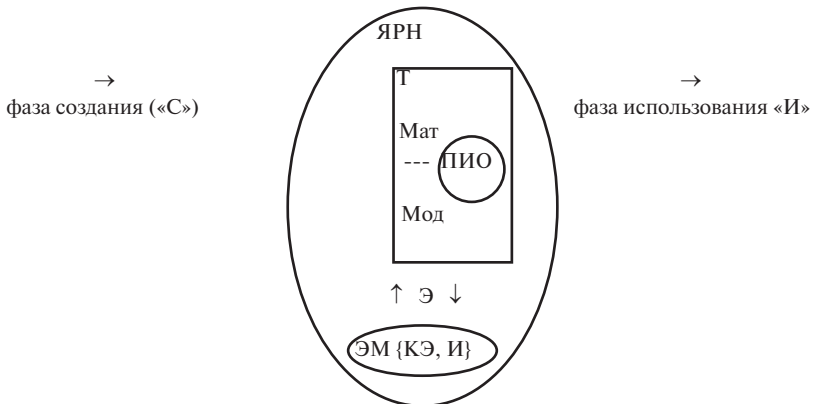
Создавая эмпиризм, Фр. Бэкон выступает против парящих без оснований натурфилософских построений средневековых схоластов и предлагает «восходить по истинной лестнице... от частных к меньшим аксиомам и затем — к средним, одна выше другой, и наконец к самым общим» (СIV). Для осуществления этого пути он создает свой метод эмпирической индукции — метод систематизации и обобщения эмпирических фактов, метод восхождения от частных утверждений к общим.

У Г.Галилея проступает фактически противоположная схема: «Идти к великим изобретениям, исходя от самых ничтожных начал...» [5, т. 1, с. 499-500]. При этом Галилей, как и Бэкон, тоже противостоит схоластам, но опирается при этом на Платона и Евклида. Для нас важно именно последнее — то, что в отличие от Фр.Бэкона, Г.Галилей и И.Ньютон ориентировались на геометрию Евклида как на образец теоретической науки.

От последней, по-видимому, были унаследованы две существенные черты: системность и специфический тип иерархичности. Иерархичность состоит в том, что многочисленные идеальные объекты геометрии Евклида — геометрические фигуры — строятся с помощью весьма ограниченного набора первичных понятий — точка, прямая, плоскость. Их аналоги в естественных науках (частицы, поля и т.п.) мы будем называть «первичными идеальными объектами» (ПИО). Системность проявляется в том, что указанные «первичные» понятия геометрии Евк-

лида вводятся не изолированно, не сами по себе, а в рамках определенной структуры — системы аксиом Евклида. Эти черты по наследству перешли и в физику Галилея, Ньютона и их приемников. Минимальную такую структуру, задающую раздел науки (классическую или квантовую механику, электродинамику и т.п.) и связанные с ним «первичные идеальные объекты», мы будем называть «ядром раздела науки» (ЯРН).

Из введения понятия «первичных идеальных объектов» естественно вытекает различие обозначенных на сх. двух фаз в развитии науки: фазы создания новых «первичных идеальных объектов» («С-фаза») и фазы использования («И-фаза») уже имеющихся «первичных идеальных объектов» для построения «вторичных» идеальных объектов типа моделей явлений природы или естественнонаучных картин мира. Последнее различие очень четко выражено в «Беседах...» Галилея, когда в ответ на реплику перипатетика Симпличио: «...в этих правильных и удивительных построениях может заключаться великая тайна — я подразумеваю тайну сотворения мира... И первоначальной причины», — Галилей в лице Сальвиати говорит: «Я не возражаю против такого предположения. Но столь высокие соображения относятся уже к учениям более высоким, чем наше. Для нас будет достаточно, если мы уподобимся ... рабочим, выламывающим и добывающим из карьеров мрамор, из которого впоследствии опытные скульпторы могут создать удивительные образы, скрывающиеся под грубой и бесформенной корой» [5, т. 2, с.266].



Сх.1. Структура «ядра раздела науки» (ЯРН), вращающая «первичные идеальные объекты» (ПИО) раздела науки

Это различие составляет суть возникшего во второй половине XIX в. с легкой руки Кирхгофа спора о том, в чем задача естественной науки и физики в частности: «объяснять» или «описывать»? Последнего мнения придерживались Дж.Максвелл, Э.Мах, которого высоко почитали ранний Эйнштейн, Больцман и многие физики границы XIX—XX вв., сюда же следует отнести Н.Бора и других «копенгагенцев», а первого — М.Планк, поздний А.Эйнштейн и др. Так в связи со становлением электродинамики в конце XIX в. под флагом борьбы с «механицизмом» ведущее место занял «описательный» подход, связываемый Больцманом в первую очередь с именем Максвелла. Но после того, как теория электромагнитного поля и специальная теория относительности (СТО) приняли окончательный вид в работах Лоренца и Эйнштейна, снова стала возрождаться «объяснительная» установка (в частности, у позднего Эйнштейна).

С нашей точки зрения «описательная» и «объяснительная» установки отвечают двум необходимым типам деятельности в физике (и естественных науках вообще), которые выступают у Галилея как «сырьедобывающая» и «космопостроительная» деятельности, у Т.Куна как «аномальная» и «нормальная» наука⁵, у И.Лакатоса как изменение «ядра» и «защитного пояса» в исследовательской программе, а у А.Эйнштейна как «фундаментальная» и «конструктивная» теории. «В физике есть несколько типов теорий, — пишет А.Эйнштейн. — Большинство из них являются конструктивными, т.е. их задачей является построение картины сложных явлений на основе некоторых относительно простых предположений.... Когда мы говорим, что понимаем какой-либо круг явлений природы, это означает, что мы построили конструктивную теорию, охватывающую этот круг явлений. Однако помимо этой многочисленной группы теорий существуют другие теории, которые я называю фундаментальными» [26, т. 2, с. 715].

Приверженность творцов новых разделов физики: классической механики (Галилей, Ньютон с его знаменитым тезисом «гипотез не создаю»), электродинамики (Кирхгоф, Герц, Максвелл), СТО (Пуанкаре, Мах, ранний Эйнштейн, находившийся под сильным влиянием Маха) в своей деятельности не «объяснительной» («И»), а «описательной» («С») установке обусловлена тем, что новый «строительный материал» — «первичные идеальные объекты» и объемлющее его «ядро раздела науки» — рождается не через объяснение, а через парадокс: зеноновский парадокс

«Стрелы» превращается в определение механического движения, парадокс электромагнитного эфира — в определение нового немеханического объекта — электромагнитного поля, парадокс «волна-частица» — в определение новых квантовых объектов⁶.

Часто (на основании чтения учебников) об этом явлении — преобразовании парадокса в новые первичные идеальные объекты — говорят «физики привыкли». Но на самом деле перевод парадокса в определение соответствующего движения есть не результат «привыкания», а результат очень сложной и многоплановой работы по созданию новой многослойной структуры, к рассмотрению которой мы и перейдем.

Важнейший шаг в построении многослойной структуры естественной науки Нового времени сделал Г.Галилей. При этом направленность его движения, по сути, как уже говорилось, противоположна бэконовской.

Если обратиться к текстам «Бесед...» Г.Галилея, где он, решая доставшуюся ему в наследство от Аристотеля задачу об описании падения камня, закладывает основу естественной науки Нового времени, то к удивлению многих обнаружится, что основой его построений является не столько эмпирическое наблюдение, сколько теоретическое убеждение, что природа «стремится применить во всяких своих приспособлениях самые простые и легкие средства... Поэтому, когда я замечаю, — говорит Г.Галилей в своих «Беседах...», — что камень, выведенный из состояния покоя и падающий со значительной высоты, приобретает все новое и новое приращение скорости (это утверждение — результат эмпирического наблюдения, но оно не исчерпывает всего утверждения Галилея — А.Л.), не должен ли я думать, что подобное приращение происходит в самой простой и ясной для всякого форме? Если мы внимательно посмотрим в дело, то найдем, что нет приращения более простого, чем происходящее всегда равномерно» [5, т. 2, с. 238]. Схема «физической» работы Галилея, ярко продемонстрированная в большом отступлении «о падении тел в пустоте» в ходе «1-го дня» «Бесед...» и повторяющаяся в задаче о брошенном теле («4-й день»), такова⁷: задается закон движения — тела падают с одинаковой скоростью (в 3-й и 4-й «дни» — равноускоренно) — и в результате мысленных физических экспериментов происходит создание элементов физической модели: тела, идеального движения в пустоте и мешающей этому идеальному движению среды⁸ [5].

Но Галилей на этом не останавливается. К созданному им теоретическому построению он подходит как инженер к проекту, т.е. он ставит перед собой задачу воплотить в материал определение-проект этой идеальной среды-пустоты, как это делает инженер со своим проектом. И он делает это в ходе созданного им эксперимента, создавая «гладкие наклонные плоскости» и другие «конструктивные элементы» инженерной конструкции. Аналогичный ход просматривается для классической механики, электродинамики и других разделов физики. Включение этого инженерного компонента в процесс формирования «первичных идеальных объектов» определяет отличие естественной науки от натурфилософии и др. культурных феноменов (в этом состоит решение попперовской проблемы демаркации) и эффективность использования достижений естественной науки в технике.

Так Г.Галилей в своих «Беседах...» создал основу структуры естественной науки Нового времени, разбив однослойную «евклидовскую» структуру ядра раздела науки до характерной для естественной науки трехслойной, изображенной на сх. 1.

На этой схеме зафиксировано: 1) наряду с математическим слоем (Мат) (где Галилей на языке пропорции $v_1 : v_2 = t_1 : t_2$ зафиксировал закон равномерно-ускоренного падения тела) в теоретической части (Т) введен еще один теоретический слой — модельный слой (Мод)⁹. Последний у Галилея содержит такие элементы, как «тело», «пустота», «среда», а также измеримые величины — время, скорость, расстояние. Этот двухслойный теоретический блок дополняется третьим, нетеоретическим, слоем «эмпирического материала» — ЭМ, содержащим «конструктивные элементы» — КЭ (типа наклонных плоскостей Галилея) и процедуры измерения — И (типа сравнения с эталоном) для измеримых величин, фигурирующих в слое «физических моделей». Эксперименту — Э — отвечает связь теоретической модели и «эмпирического материала». «Конструктивные элементы» задают систему и ее начальное состояние.

Для физики галилеевская структура естественной науки может быть прописана весьма конкретно [12]. Теоретическая часть раздела физики, заданная при создании классической механики, представляет собой структурную модель описания движения-перемещения (что служит для нас основой для теоретического определения физики в целом). В ней «физическая модель» состоит из остающегося тождественным самому себе «тела-системы» — А, «времени»- t и изменяющихся со време-

нем «состояний» системы — $S_A(t)$, описывающих «движение-перемещение» (в «пространстве состояний»). «Математический слой» состоит из математических образов соответствующих элементов физической модели $M\{S_A(t)\}$ и «уравнения движения» (УД), связывающего состояния системы в различные моменты времени, определяя этим поведение системы и составляющих ее фундаментальных идеальных объектов. Кроме того, необходимо прописать процедуры соотнесения соответствующих элементов модели и их математических образов.

Эта структурная модель кладется нами в качестве обещанного выше теоретического определения физики. Разделы физики отличаются друг от друга содержательным наполнением элементов этой структурно-функциональной схемы¹⁰.

Такое определение физики хорошо согласуется с эмпирическим составом разделов физики, как они заданы в учебниках теоретической физики и РЖ.

С помощью введенных понятий можно дать ряд более четких определений и различений. Можно дать определение фундаментальных наук и разделов науки, понимая под фундаментальными те науки и разделы, которые связаны с появлением новых первичных идеальных объектов (ПИО). При этом содержательное наполнение структурно-функциональной схемы теоретической части «ядра раздела науки» отличает различные фундаментальные разделы внутри данной фундаментальной науки, а различным фундаментальным наукам отвечают, по-видимому, различные структурно-функциональные схемы¹¹.

В предложенной структуре видна четкая грань между экспериментом и измерением. **Измерение** выделяется не через количественность [как в 19, с. 145]: «Измерением называют процесс представления свойств реальных объектов в виде числовой величины. В самом общем виде величиной можно назвать все то, что может быть больше или меньше...», а через **сравнение с эталоном** (в химии определение кислот, оснований и т.п. — это измерение, хотя и качественное). Эти процедуры могут формироваться как независимо от формирования данной науки (как это было с процедурами измерения времени и расстояния), так и в ходе формирования данной науки (как это происходило в случае становления электродинамики). Важнейшая особенность измерения, пренебрежение которой плодит парадоксы [12]¹², его принципиальная нетеоретичность.

Эксперимент осуществляет связь между теоретической идеальной моделью-проектом (первичных идеальных объектов (С-фаза) или явлений природы (И-фаза)) и внешним по отношению к последней эмпирическим материалом¹³.

Соответствующую схеме I гетерогенную модель физического эксперимента мы находим у В.А.Фока. Анализируя структуру реального эксперимента в квантовой механике, Фок различает в нем «три стадии: приготовление объекта, поведение объекта в фиксированных внешних условиях и собственно измерение» (а в соответствующем приборе — три части: «приготавливающую», «рабочую» и «регистрирующую») [25, с. 166]. При этом предметом описания теории является лишь средняя часть, отождествляемая нами с теоретическим «Т-блоком» сх. 1. Сравнение со сх. 1 выявляет и подчеркивает принципиально нетеоретический¹⁴ (прячущийся у Фока, Гейзенберга и Бора за словами «на языке классической механики») характер крайних частей (которым на сх. 1 отвечает нижний слой эмпирического материала (ЭМ)) — приготовление объекта, которое обеспечивается «конструктивными элементами» (КЭ) и измерение (И). Таким образом у Фока и в нашей модели речь идет об органическом соединении теоретической части и «реальных действий с реальными объектами» в одно целое. Т.е. естественная наука не делится, как у неопозитивистов и др., на два параллельных слоя (языка, уровня познания и т.д.), и эмпирическому явлению сопоставляется не «теоретическая», а «естественнонаучная» теоретико-экспериментальная модель, в которой органично соединены три указанные части¹⁵.

Собственно эксперимент, на котором воздвигнуто здание естественной науки Нового времени, подразумевает «лабораторные» условия, позволяющие изолировать и контролировать исследуемую систему. Наблюдение отличается от эксперимента тем, что в нем эта изоляция осуществима лишь мысленно. Наблюдения строятся лишь по отношению к явлениям в рамках И-фазы, используя уже имеющиеся ПИО.

Поэтому в науках, основанных лишь на наблюдениях, таких как современные астрофизика и, особенно, космология, есть опасность скатиться к доестественнонаучным натурфилософским построениям, несмотря на использование естественнонаучных понятий. Так современная космология рассматривает Вселенную как явление, модель которого строится с помощью первичных идеальных объектов бщей теории относительности (ОТО), термодинамики (статистической физики) и теории эле-

ментарных частиц. При этом в основание космологии (особенно так называемых сценариев типа «Большого взрыва») кладут экстраполяцию ОТО, явно выходящую за рамки своей применимости.

Действительно, специальная теория относительности (СТО) — вполне «лабораторная» экспериментальная наука, на 3/4 выросла из четкой фиксации процедур измерения. Ее продолжение — ОТО, возникшая как релятивистская теория тяготения, в свое основание кладет то же. ОТО, практически являясь уже наблюдательной наукой, принципиально еще может считаться «лабораторной» (хотя она требует недостижимых сегодня точностей лабораторных измерений). Что касается космологических моделей-сценариев ранней стадии Вселенной, то здесь позволяют себе оторваться от почвы четко прописанных процедур измерения — никто всерьез не прописывает процедуры измерения расстояний и длин для случая, когда уже нет атомов. А без этого все эти построения — те же древние мифы, где вместо бого-огня, воды, земли и воздуха используют фотоны, адроны, лептоны и т.п. Все эти красивые все усложняющиеся построения в результате оказываются висящими в воздухе, ибо после работ Т.Куна, И.Лакагоса и др. вряд ли надо доказывать, что привязка к подобным сценариям свойств так называемого реликтового излучения — слишком непрочное основание.

В рамках предложенной структуры опыта, как они понимаются в эмпирической традиции, идущей от Фр.Бэкона, дают, с одной стороны, исходный эмпирический материал («почву», «эмпирический хаос» в древнегреческом смысле слова, из которого рождается порядок-«космос» раздела науки) типа «донаучных» образов движения, газа и др. для создания «первичных идеальных объектов» в ходе «С»-фазы, а с другой стороны, поставляют явления природы, которые «объясняются» в ходе «И»-фазы (сх. 1).

Проиллюстрируем это на примере истории формирования электродинамики. Имеет смысл разделить эту историю на две части.

Первая принадлежит «классическому» периоду, ориентированному на образец ньютоновской механики. Этот этап неплохо описывается идущими от Фр.Бэкона эмпирическими моделями науки, чего нельзя сказать про второй — фарадеевско-максвелловский этап становления электродинамики, обозначающей начало перехода к «неклассической» физике.

Простейшие электрические и магнитные явления известны были уже в древности как свойство некоторых минералов притягивать железо и как свойство потертого о шерсть янтаря (по-

гречески — электрон) притягивать легкие предметы. Но предметом науки электричество и магнетизм становятся лишь в XVII—XVIII вв. «В XVII — 1-й пол. XVIII вв. проводились многочисленные опыты с наэлектризованными телами, были построены первые электростатические машины, основанные на электризации трением, установлено существование электрических зарядов (французским физиком Ш.Ф.Дюфе), обнаружена электропроводность металлов (английским ученым С.Греем). С изобретением первого конденсатора — лейденской банки (1745) — появилась возможность накапливать большие электрические заряды¹⁶. «Во 2-й пол. XVIII в. началось количественное изучение электрических явлений. Появились первые измерительные приборы (!) — электроскопы различных конструкций (простейшая конструкция — два тонких металлических лепестка, прикрепленные к металлическому стержню; по мере увеличения заряда того предмета, которого касается стержень, свободные концы лепестков все больше расходятся), электрометры» [24, с.268]. Модельные представления при этом базировались на гипотезе об одной (как у Франклина) или двух (положительной и отрицательной) невесомых электрических жидкостях («флюидах»). Закон Кулона завершает формирование первой измеримой величины электродинамики — электрического заряда.

Следующим на очереди оказывается ток. Поводом к исследованиям Гальвани послужило случайное наблюдение его ассистентами реакции лапок свежепрепарированной лягушки на искровой разряд расположенной на некотором расстоянии [электрической] машины» [11, с. 198]. Гальвани, в традициях тогдашней медицины и физиологии, отнес открытое им явление к «животному электричеству», т.е. собственному электричеству организма». А.Вольта — авторитетнейший специалист по электростатике — подтвердил существование эффекта, но активным началом счел контакт двух металлов. Именно в результате множества опытов в процессе длительной дискуссии Вольта, исключив из цепи какие-либо компоненты органического происхождения, изобрел свой столб и ввел понятие и эталон измерения электродвижущей силы (ЭДС) источника тока, известное нам как измеряемое в вольт-амперах напряжение (или разность потенциалов) в цепи¹⁷. С созданием вольтового столба¹⁸ (1800) стало возможным создавать электрический ток в течение длительного времени. С вольтовым столбом появилась возможность для открытия и исследования

взаимодействия токов с магнитами. Существенный шаг на этом пути, открывший новую главу в развитии электродинамики, сделал датский физик Ханс Кристиан Эрстед.

К 1830 г. «учение об электричестве и магнетизме располагало законами Кулона для электрических и магнитных взаимодействий, законами Био-Савара¹⁹ и Ампера²⁰ — для электромагнитных взаимодействий токов и законом Ома — для гальванической цепи. Затем (в 1840-х) последовало открытие электромагнитной индукции (1831)²¹ и законов электролиза Фарадеем» [7, с. 463]). Соответствующие процедуры и единицы измерения заряда и тока — плод разработок Гаусса по введению системы единиц и Вебера по измерению электрических и магнитных величин.

Параллельно открытию новых феноменов шло развитие их математического описания. «Пуассон, Грин, Гаусс явились... основоположниками математической теории электростатики и магнитостатики» [7, с. 471]. В 1828 г. «даровитый пекарь» Грин (1793—1841) опубликовал свою классическую работу «Опыт приложения математического анализа в теории электричества и магнетизма»... Грин ввел «потенциальную функцию», установил для нее математические соотношения (формулы Грина, функция Грина) и применил к решению электростатических и магнитостатических задач.... Новая функция, получившая название «потенциала», в сороковых годах вошла во всеобщее употребление благодаря Гауссу, его сочинению «Общие теоремы, касающиеся притягательных и отталкивательных сил, действующих обратно пропорционально квадрату расстояния» (1839)... [7, с. 433].

В рамках классической (ньютоновской) «веберовской» программы электромагнетизм сводился к введению двух новых сил — электрических и магнитных, введенных первоначально по аналогии с силой тяготения И.Ньютона. По сути, в рамках этой программы пытались обойтись старыми ПИО, добавив к ним новые характеристики и измеримые величины — заряд и ток. Далее производится расширение этой модели зарядов, токов и сил так, чтобы охватить открытые к этому времени законы взаимодействия токов и зарядов. Основной сферой нововведений при этом были силы. Поскольку в результате этого процесса силы взаимодействия стали зависеть от скоростей, а формулы становились очень витиеватыми²², то теория, по сути, превращалась в чисто феноменологическую. Она лишалась модельного слоя, а роль ПИО стали выполнять непосредственно сами измеримые величины (заряды и токи).

Рассмотренный первый этап становления электродинамики вполне вписывается в эмпирическую модель науки.

С одной стороны, появление перечисленных выше законов электродинамики вполне укладывается в бэконовскую схему²³. С другой стороны, теоретические разработки М. Вебера и Ф. Неймана неплохо описываются феноменологическими моделями «конструктивного эмпиризма» ван Фраассена.

С точки зрения его «научного метода», «методологии конструирования теории» (идею которого он, по его словам, нашел у Л. Лаудана), «новые теории конструируются под давлением новых явлений, или реальных, или воображаемых». Под «новыми» он имеет в виду «те явления, для которых нет места среди моделей, предлагаемых принятыми теориями...». Этот процесс, который он называет «откликом» («реакцией»), «имеет две стадии логически, если не хронологически различимые. Первая стадия — расширение существующей теоретической рамки так, чтобы допустить возможность этих вновь рассмотренных явлений... Первое движение предназначено обеспечить эмпирическую адекватность, создать место для всех актуальных явлений... Второе движение (последующее «сужение рамки» — А.Л.) предназначено для того, чтобы возратить эмпирическое значение, информативность, предсказательную силу» [29, р. 269]²⁴.

В первом движении он выделяет «чрезвычайно общую процедуру», называемую им «первичный метод разрешения проблем»²⁵, суть которого состоит в том, что *«небольшие, но хаотические явления рассматриваются как фрагменты «целого», которое много больше, но упорядоченно и просто»*. «Мы можем «дуально» описать решение следующим образом, — говорит он. Кинематические структуры отношений встраиваются в структуры, которые значительно больше — больше в том смысле, что существуют дополнительные параметры (отношения, или величины, или сущности)» [29, р. 270]. Причем в качестве такой «полной общей формы» у него выступает «математическая модель», типа «фазового и конфигурационного пространства в классической механике и гильбертова пространства в квантовой механике» [29, р. 276]. Ван Фраассен убежден, что именно так возникли «максвелловская электродинамика, эйнштейновская геометродинамика и янг-милсовская динамика связанных кварков» [29, р. 270]. Наличие модельного слоя он как последовательный эмпирист категорически отрицает и посему, по сути, сводит физику к феноменологии.

Программа Вебера (как и современные программы геометризации в ОТО и ее наследниках в теориях объединения в теории элементарных частиц) вполне вписывается в ванфраассеновскую «методологию конструирования теории».

Но программа Фарадея-Максвелла, приведшая к современной электродинамике (также как создание статистической физики, теории относительности и квантовой механики, по сути всех сложившихся разделов физики) в эту эмпирическую схему не вписывается. Развитие программы Фарадея-Максвелла шло совсем по другому сценарию. Они четко и решительно ориентировались на построение принципиально нового ПИО — электромагнитного поля. Основные черты этого ПИО в модельном слое были заданы еще Фарадеем на основе модели силовых линий.

Фарадей исходил из концепции близкодействия. Поэтому он перенес центр тяжести своих исследований с электрических и магнитных тел на пространство между этими телами²⁶. При этом, «отказавшись от термина «электрический флюид» и введя понятия «силовое поле», «индукция», «диэлектрик» и т.д., Фарадей, как специально подчеркивал Максвелл в статье «Фарадей» (1870), — буквально перестроил науку об электромагнетизме, обратив внимание исследователей на процессы, совершающиеся в пространстве между намагниченными и наэлектризованными телами [16, с. 68]²⁷.

Эту линию последовательно развил Дж.Максвелл, используя изобретенный им «метод аналогий».

Посмотрим на этот метод сквозь призму предложенной нами структурной модели естественной науки (сх. 1). Постановка задачи Максвелла — создание нового ПИО — требовала в области теории работать в двух взаимосвязанных слоях (обсуждаемая более подробно ниже проблема реализации и измерения электрического и магнитного полей с помощью пробного заряда и рамки с током по сути была уже решена).

В «неклассической» физике XX века подобная задача решается с помощью специфического «принципа соответствия» как он описан в (12). Т.е. берется «затравочная» классическая модель и путем введения для нее нового математического представления (путем изменения математического образа системы — Лагранжиана в ТО или Гамильтониана в квантовой механике) изменяют характер ее поведения, превращая «затравочные» классические ПИО в новые «неклассические» ПИО. Т.е. основная работа происходит в математическом слое (и в процедурах измерения).

По сути, то же происходит и при рождении статистической механики. Сначала берется «затравочная» чисто механическая («динамическая») микроскопическая модель молекулярной системы — система бильярдных шаров. Затем она сначала преобразуется на модельном уровне — вводится представление о случайном характере движения этих шаров. После чего создается новое «нединамическое» математическое представление посредством введения статистического ансамбля, задающего посредующую процедуру, аналогичную той, что совершается в квантовой механике при переходе от классического к квантовому Гамильтониану. Последовательное описание этой процедуры для равновесной статистической механики принадлежит Гиббсу.

Метод аналогий Максвелла в электродинамике придерживается иной стратегии. Он изначально исходит из новой модели поля, суть которой составляют «электрические силовые линии, существующие вне порождающих их зарядов»²⁸. Такого объекта не было в предшествующих (дофарадеевских — А.Л.) теоретических представлениях электростатики [22, с. 153]. И над этой моделью надстраивается математический слой с помощью аналоговой гидродинамически-механической модели, жестко связанной со своим математическим слоем.

Если сравнить схемы метода «принципа соответствия» и метода «аналогий», то получим следующее. Схема метода «принципа соответствия» выглядит как цепочка: «затравочная классическая модель» — ее математическое представление — новое математическое представление, меняющее поведение «затравочной» модели и превращающей ее в новую модель. И эту процедуру надо повторять каждый раз при формулировке соответствующей задачи в «И-фазе». **Схему же метода «аналогий» можно представить в виде: новая модель — аналоговая модель — ее математическое представление²⁹, становящееся (после «стирания» промежуточного звена аналоговой модели) математическим представлением новой модели.** Эта процедура проводится только в «С-фазе» при создании нового ПИО и далее не требуется.

«Под физической аналогией, — говорит Максвелл, — я разумею частное сходство между законами (уравнениями — А.Л.) двух каких-нибудь областей науки, благодаря которому одна является иллюстрацией другой» [15, с. 12]. «При помощи аналогии такого рода я попытался представить в удобной форме те математические приемы и формулы, которые необходимы для изучения электрических явлений. Мой метод одинаков с тем, которого придерживался Фарадей в своих исследованиях...» [15, с. 14-17].

При этом, как показано в [22], ход мысли Максвелла был прочно привязан к этим гидродинамическим и механическим моделям-аналогам. Это очень ярко проявляется в его способе продвижения к введению заключительного понятия — тока смещения: «Я встретился с большими затруднениями, предполагая существование вихрей в среде, которые располагаются непосредственно друг около друга и вращаются в одном и том же направлении вдоль параллельных осей. Соприкасающиеся части смежных вихрей должны двигаться в противоположных направлениях... Единственное предположение, которое помогло мне представить такого рода движения, заключается в том, что вихри разделены слоем частиц, вращающихся каждая вокруг своей собственной оси в направлении, противоположном направлению вихрей» (как в «эпициклических дифференциальных зубчатых передачах») [15, с. 130-132]. И чуть дальше: «Действие электрического тока на окружающую среду заключается в том, что он приводит вихри, находящиеся в контакте с током, во вращательное движение... При передаче движения от одного вихря к другому возникает сила между частицами и вихрями, которая сдавливает частицы в одном направлении, а вихри в противоположном. Силу, действующую на частицы, мы называем электродвижущей силой...» [15, с. 157-8].

Метод аналогии Максвелла со стороны работы с аналогами идеальной жидкости и «представлениями о вращающихся вихрях несжимаемой жидкости, между которыми расположены контактирующие с ними телесные элементы» [22., с. 165], позволяли Максвеллу не отрываться в модельном слое от модели близкодействия³⁰. Постоянное же подчеркивание лишь аналогии с идеальной жидкостью давало возможность Максвеллу (а позже — Больцману в ходе создания статистической механики) противопоставить свою установку на построение новых ПИО установке на работу в рамках старых ПИО.

Максвелл указывал, что надеется при «внимательном изучении свойств упругих тел и вязких жидкостей» найти «для электротонического состояния некоторый механический образ, способный вести к общим заключениям» [15, с. 59, 156, 175]. При этом он не предполагает в этих аналогиях «и тени действительной физической теории (связанных со старыми ПИО — А.Л.); напротив того, их главная заслуга как условных орудий для дальнейших исследований заключается в том, что они свободны от всякого предвзятого мнения (старых ПИО — А.Л.)» [15, с. 85-6].

Метод аналогии позволял Максвеллу противопоставить свою программу феноменологически-эмпирической программе Вебера. Цель деятельности Максвелла вроде бы та же, что и у Вебера — включить в свою теорию все известные эмпирические законы взаимодействия зарядов и токов. Но если Вебер, избегая вводить принципиально новые ПИО, сводит свою задачу к феноменологическому описанию всех этих взаимодействий общим уравнением, то Максвелл переносит центр тяжести на создание принципиально нового ПИО — электромагнитного поля.

Аналог идеальной жидкости³¹ превращается в новый ПИО — электромагнитное поле, в первую очередь, в результате введения новых измеримых величин: заряда и напряженностей электрического и магнитного полей. Важнейшим шагом на этом пути было определение процедуры измерения характеристик поля посредством пробного заряда, которую Максвелл ввел первоначально для электростатического силового поля. «В модели Кулона заряд... определялся через свойство «изменять состояние движения другого заряда...». В предельном случае один заряд — «источник электрической силы» — можно было считать фиксированным, а другой заряд — сколь угодно малым («маленькое заряженное положительным электричеством тельце» [15, с. 15]). Тогда последний превращался в «пробный заряд», который не оказывает на величину и направление электрической силы никакого воздействия, а позволяет лишь характеризовать плотность силовых линий, из порождающего их заряда. В результате заряд — источник поля — оказывается определенным только через характеристики поля... теоретическая схема электростатики, которую можно было бы эксплицировать в виде отношения следующих абстрактных объектов: заряда, порождающего поле, пробного заряда и электростатических силовых линий» (будущих напряженностей поля)... Физическая реальность «отделенная» от зарядов электрических силовых линий соответствовала представлению об электрическом поле» [22, с. 154-5]. Введение соответствующего пробного витка тока (или магнитного диполя) позволяет решить аналогичную проблему по отношению к магнитным силовым линиям. Максвелл четко осознавал важность указания процедур измерения. В своем итоговом «трактате об электричестве и магнетизме» (1873) он писал: «В предлагаемом трактате я намерен описать наиболее важные из этих (электромагнитных) явлений, показать как их можно измерить и проследить математические соотношения между измеримыми

величинами... Поэтому я буду рассматривать электрические явления в основном в отношении их измерения, описывая методы измерения и определяя эталоны, от которых они зависят.» [15, с. 345].

Итак, процесс создания принципиально нового ПИО — очень плохо поддается описанию с помощью эмпирических моделей науки. С точки зрения нашей «рационалистической» модели эмпирические законы и теория Максвелла соотносятся как эмпирический материал («почва») и зрелый раздел науки («растение»).

Согласно предложенной нами модели создание новых «первичных идеальных объектов» происходит вообще не по бэконовской схеме эмпирической индукции. Здесь, по-видимому, можно предложить несколько альтернатив рационалистического или интуитивистского типа, для которых основные структуры, отображенные на схеме 1, остаются в силе. Мы при описании создания новых первичных идеальных объектов придерживаемся конструктивистской схемы, но это не ванфрассеновский эмпирический конструктивизм, а «теоретический» или «рационалистический» конструктивизм, в котором за основу берется не эмпирический материал, а теоретическое утверждение (типа галилеевского «тело падает равноускоренно»), выступающее в качестве проекта, подлежащего воплощению в реальном материале³².

В силу заложенной Галилеем инженерной процедуры воплощения первичных идеальных объектов (ПИО) в реальном материале полученные реализации ПИО искусственны, но реальны. Поэтому на фазе использования первичных идеальных объектов для построения «картины мира» или модели (т.е. объяснения) явления природы к последним применимы критерии и требования (связанные с возможностью обсуждать модель явления), предъявляемые «реалистами» (в том числе и критерий «лучшего объяснения» как лучшей модели³³). Кроме обязательной эмпирической адекватности между построенной из первичных идеальных объектов моделью и эмпирическим явлением между ними существует еще и связь «по материалу», поскольку первичные идеальные объекты построены из того же эмпирического материала, что и явления. В результате такая теория-модель обеспечивает выполнение и описательных, и объяснительных, и предсказательных функций.

Отношение к первичным идеальным объектам и построенным из них конструкциям как к искусственным, но реальным (подобно кирпичам и домам) отличает развитую здесь позицию «конструктивного рационализма» от позиций как «реалистического эмпиризма», так и «конструктивного эмпиризма».

Таким образом, альтернативная эмпиризму (как «метафизическому» или «реалистическому», так и «конструктивному») «линия Галилея» обладает рядом существенных достоинств при решении фундаментальных вопросов современной философии науки.

Литература

1. *Ахутин А.В.* История принципов физического эксперимента (от античности до XVII в.). М.: Наука, 1976.
2. *Баженов Л.Б.* Стрoение и функции естественнонаучной теории. М.: Наука, 1978.
3. *Библер В.С.* Галилей и лoгика мышления Нового времени // Механика и цивилизация XVII—XIX вв. М., 1979.
4. *Больцман Л.* Статьи и речи. М., 1970.
5. *Галилео Галилей.* Избранные труды. Т. II. М., 1963.
6. *Кадомцев Б.Б.* Динамика и информация. М., 1997.
7. *Кудрявцев П.С.* История физики. Т. 1. М., 1948.
8. *Койре А.* Очерки истории философской мысли. М., 1985.
9. *Кун Т.* Структура научных революций. М., 1977.
10. *Лакатос И.* Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. М., 1995.
11. *Лежнева О.А.* История домаксвелловской электродинамики // Физика XIX-XX вв. в общенаучном и социокультурном контекстах. Физика XIX века. М., 1995. С. 194-220.
12. *Липкин А.И.* «Парадоксы» квантовой механики глазами «реалиста-эмпирика», «конструктивиста-эмпирика» и «конструктивиста-рационалиста» // Философия науки. М., 1996. Вып. 2. С. 199-217; *Липкин А.И.* Моделирование современной физики (взгляд изнутри и извне). М., 1999.
13. *Липкин А.И.* Философия, математика, физика и синергетика у И.Пригожина (позиция конструктивного рационализма) // Онтология и эпистемология синергетического мышления. М., 1998; *Липкин А.И.* Определение и классификация естественных наук на основе галилеевской конструктивно-рационалистической модели науки // I Российский философский конгресс. Человек. Философия. Гуманизм. СПб., 1997. Т. 5. С. 135-138
14. *Липкин А.И.* (1985) Акустические свойства магнитных жидкостей с агрегатами // Магнитная гидродинамика. № 3. С. 25-30.
15. *Максвелл Дж.К.* Избранные сочинения по теории электромагного поля. М., 1952.

16. *Максвелл Дж.К.* Статьи и речи М., 1968.
17. *Менцин Ю.Л.* Теория электромагнитного поля: от Фарадея к Максвеллу // Физика XIX—XX вв. В общенаучном и социокультурном контекстах. Физика XIX века. М., 1995. С. 251-79.
18. Научный реализм. М., 1984.
19. *Никифоров А.Л.* Философия науки: история и методология. М., 1998.
20. *Печенкин А.А.* Обоснование научной теории. Классика и современность. М.: Наука, 1991.
21. Современная философия науки. Хрестоматия. М., 1994.
22. *Степин В.С.* Становление научной теории. Минск, 1976.
23. *Фарадей М.* Экспериментальные исследования по электричеству. Т. 1. М., 1947.
24. *Фок В.А.* Критика взглядов Бора на квантовую механику // Философские вопросы современной физики. М., 1958.
25. Физический энциклопедический словарь. М., 1983.
26. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. М., 1987.
27. *DeWitt B.S.* Quantum mechanics and reality // Physics Today. 1970. Vol. 23, № 9. P. 30-35; 1971. Vol. 24, № 4. P. 36.
28. *Harre R.* Varieties of Realism. Oxf., 1986.
29. Images of Science.: Essays on realism and empiricism with a reply from Bas C. van Fraassen. (Churchland and Hooker (ed-s)) Chicago, 1985.
30. Van Fraassen Bas C. The Scientific Image . Oxf., 1980.

Примечания

- ¹ Работа представляет собой результаты исследования, поддерживаемого РФНФ, проект № 96-03-4413.
- ² Б.ван Фраассен утверждает, что именно «эмпиризм всегда был главным философским ориентиром в изучении природы» [30, р. 3]. И это, по-видимому, справедливо для послелокковской метафизики и позитивизма.
- ³ Необходимо отметить терминологическую изменчивость, характерную для различных работ ван Фраассена. Так «конструктивному эмпиризму» в [30] отвечает «эмпиризм» в [29]. Им противопоставляется «реалистический эмпиризм» в [30], выступающий под именами «реализм» и «метафизический эмпиризм» в других его работах или «метафизическому» и «наивному» реализму в устах его оппонентов-реалистов [18].
- ⁴ На базе этой структуры можно одновременно упростить и углубить процесс понимания таких сложных разделов физики, как квантовая механика и теория относительности. Кроме того, автор имеет опыт успешного профессионального применения этой структурной модели при быстром вхождении в новую для него область при построении модели магнитной жидкости [14].

- ⁵ «Нормальная наука... — пишет он, — основывается на допущении, что научное сообщество знает, каков окружающий нас мир» [9, с. 22].
- ⁶ Такая картина вполне согласуется с наблюдением Л.Б.Баженова, что «переход от одной общей концептуальной схемы (отвечающей у нас разделу науки) к другой часто вызывает оценку теорий (формирующихся в рамках новой концептуальной схемы) с позиций старой схемы как феноменологических.... Принятие новой концептуальной схемы... превращает последнюю в объяснительную теорию» [2, с. 175]. Но это наблюдение стоит у Л.Б.Баженова в другом контексте. Для него основными элементами теории являются не «первичные идеальные объекты», а «законы науки» [Там же, с. 159], а различие между «объяснительной» и «описательной» установками науки выступает как различные «функции теории», наряду с «предсказательной» и «синтезирующей». Последнее связано с тем, что Л.Б.Баженов рассматривает другой срез развития науки, идущего от «эмпирических законов» на «первом уровне» к «теоретическим законам» на «более высоких этапах иерархии» [Там же, с. 173]. Он не делает зафиксированного на сх. 1 четкого различия двух типов деятельности, а работает в рамках гносеологической модели науки «субъект-объектного взаимодействия» (а не эпистемологической модели знак — обозначаемое). В рамках той же модели науки работает и А.А.Печенкин, выделяющий две дополняющие друг друга процедуры: «концептуального обоснования теории» и «получения теоретических результатов» [20, с. 94]. Последняя из этих процедур, безусловно, относится к «объяснительной» «И»-фазе сх. 1. Что касается первой — «концептуального обоснования теории», то ее (в значительной степени) можно отнести к процессу формирования нового «идеального объекта». Но здесь, как и в [22], затрагивается как бы дополнительный, ортогональный к сх. 1 срез истории становления теории, который в данной работе не рассматривается.
- ⁷ Галилей многогранен, в зависимости от интересующего контекста из его диалогов можно извлечь весьма разные типы рассуждений, чему посвящена «громдная Галилеана». Мы выделяем интересующую нас грань, которой наиболее близки рефлексивные высказывания Галилея типа: «Сначала... путем чувственных опытов и наблюдений удостовериться, насколько только можно, в своих заключениях, а после этого, изыскивать средства доказать их, ибо обычно именно так и поступают в доказательных науках» [5, т. 1, с. 148-9].
Други интересует другое. Так В.С.Библера интересуют «начала логики Нового времени» [3, с. 211], он анализирует творческий процесс рождения нового мышления. Поэтому он акцентирует внимание на галилеевском «понимании исходных начал истинного необходимого познания» и выявляет в его основе «парадоксальное сочетание двух взаимоисключающих утверждений.
А. Изначальны: природа, чувство, опыт. Разум должен подчиняться неукоснительному диктату этих начал» (положение, «которое гласит, что нужно предпочесть чувство рассуждению, является гораздо более прочным... [5, т. 1, с. 153]).
Б. Изначальны: разум, зрение очами разума, разумная память об истинном знании. Чувства и опыт должны подчиняться диктату разума, даже насилью разума (коперниканцы «живостью своего ума... произвели такое насилие над собственными чувствами, что смогли предпочесть то, что было продиктовано им разумом, явно противоречащим показаниям чувственного опыта...» [5, т. 1, с. 423; 3, с. 219].

- ⁸ Отметим использование здесь, фактически, процедуры «по определению» (альтернатива декартовским «врожденным идеям» и кантовским «априорным формам») при введении Галилеем «пустоты» как такой идеальной среды, где его идеальное падение тела и реальное совпадают, и «среды» — того, что отклоняет реальное падение от идеального. Тот же рисунок мы обнаружим у Ньютона, у которого место галилеевского постулата о равномерно-ускоренном падении занимает постулат об отсутствии действия силы при равномерном прямолинейном движении, а место среды — сила. Т.е. утверждение Э. Маха, что основные законы физики есть определения, вполне согласуется с логикой и историей науки.
- ⁹ В «Беседах...» Галилея эти слои выделены по форме: первый — в виде читаемого трактата, написанного на латыни и состоящего из аксиом, лемм, теорем по образцу геометрии Эвклида; второй — в виде живого диалога на итальянском языке, в ходе которого приводятся многочисленные мысленные эксперименты.
- ¹⁰ Автор утверждает, что исходные положения («экспериментальные факты»-аксиомы), которые задают любой раздел физики, по существу, отвечают на вытекающие из этой схемы вопросы: 1) о физической системе; 2) о пространстве состояний системы; 3) о «математическом представлении», включающем 4) описание процедуры соотнесения соответствующих элементов модели и их математических образов и 5) уравнения движения, а поскольку движение связывается с определенной «инерциальной» системой отсчета, встает вопрос о 6) законе преобразования от одной «инерциальной» системы отсчета к другой; 7) о процедурах измерения используемых в модельном ФМ-слое измеримых величин [12].
- ¹¹ Так синергетика, похоже, сущностно связана с другим типом движения, отвечающим аристотелевскому «возникновению и уничтожению». Не движение-перемещение в пространстве состояний, а возникновение новых структур, т.е. процесс рождения или становления нового качества, находятся в центре рассмотрения синергетики [13].
- ¹² Показательный пример — проблема «коллапса волновой функции», возникающая при мифологизации процедуры измерения. Происходит это по приблизительно следующей схеме. Постулируется («Мы примем это утверждение как основной постулат»), что «волновая функция просто-напросто уничтожается вне области «регистрации» [6, с. 154]. Т.е. онтологизируют необоснованную теоретическую интерпретацию, а затем чего только не придумывают, рассматривая последнюю как явление природы, пытаясь его объяснить. Самое экзотичное (если не шизофреническое) решение полученной таким образом проблемы — многомирная интерпретация Эверетта /DeWitt/. Для формулировки квантовой механики достаточно постулатов Борна. Поэтому, как справедливо отмечает Д.Н.Клышко, во многих курсах квантовой механики обходятся без «коллапса» волновой функции. Здесь имеет место типичный эффект «голого короля», который надо анализировать в рамках социокультурной модели Т.Куна.
- ¹³ Отметим, что определение, данное в ставшей классической по этой теме книге А.В.Ахутина: «Эксперимент есть преобразование чувственно данного предмета с целью его объективного (теоретического) понимания и воплощения в наблюдаемых процессах теоретического конструкта с целью

- его предметной проверки» [1, с. 10], исходит из характерной для эмпиризма модели познания. А.В.Ахутина интересуется логический срез, эксперимент как связь всеобщего, истинного с «чувственно данным». Мы, во-первых, строим не эмпиристскую модель и, во-вторых, нас интересует другой срез.
- ¹⁴ «Нетеоретический» не в позитивистском смысле — свободный от теоретически нагруженных понятий, а в том смысле, что содержит нетеоретические процедуры типа сравнения с эталоном.
- ¹⁵ Важность этого момента очень ярко проявляется при обсуждении проблемы измерения в квантовой механике [24; 12], но схема Фока заложена уже в галилеевско-ньютоновской механике. В простейшем механическом эксперименте Галилея по скатыванию шаров с наклонной плоскости, мы найдем те же три части: конструкцию для приготовления начального состояния (наклонная плоскость с поднятым на определенную высоту шариком); подчиняющееся теории движение шарика по гладкой наклонной плоскости; процедуры измерения времени, расстояния и скорости. Тип и уровень методологических проблем, которые решал Галилей, во многом аналогичны тем, с которыми почти через три века столкнулись творцы квантовой механики.
- ¹⁶ «Необычайный интерес к электрическим явлениям, особенно резко выраженный в сороковых (1740-х) годах и отмечаемый всеми историками физики...», — пишет П.С.Кудрявцев, — для широких кругов ассоциировался с ... «курьезами» (увлечение курьезами-фокусами, диковинными механическими машинами-игрушками — характерная культурная черта того времени). На иллюстрации «Электрические опыты в XVIII в.» (7, с. 282) изображены кавалеры, демонстрирующие опыты дамам (т.е. лаборатория выступала как элемент светского салона — А.Л.).
- ¹⁷ Гальвани получил ток вообще без «всяких металлов» [11, с. 198] и дискуссия о том, к какой науке — биологии, химии или физике — относить это явление, продолжалась еще некоторое время.
- ¹⁸ «Еще на рубеже 70-80-х годов XVIII в. Вольта в своих электростатических исследованиях пришел от неопределенных терминов — интенсивность, электрическое действие — к понятию напряжения и установил его связь с количеством электричества и емкостью проводника» [11, с. 198-9].
- ¹⁹ Определяет напряженность магнитного поля, создаваемого электрическим током [25, с. 54].
- ²⁰ Закон механического взаимодействия двух токов, текущих в малых отрезках проводников, находящихся на некотором расстоянии друг от друга (зависит от взаимной ориентации проводников).
- ²¹ Возникновение электродвижущей силы в проводящем контуре, находящемся в переменном магнитном поле или движущемся в постоянном магнитном поле [25, с. 872].
- ²² Количественное (алгебраическое) выражение для индукции было впервые дано Францем Нейманом в 1845 г... Трудно себе представить мучительные усилия формальной физики дальнего действия втиснуть новый факт в сферу привычных представлений. Логика вещей заставляла их изобретать какие-то функции конфигурации токов, смысл которых им был неясен, да они его и не искали, требуя только хорошего количественного совпадения с опытом... Ф.Нейман (1798-1895) подходил к выводу закона индукции в типичном

- эмпирико-индуктивном духе...» [7, с. 472]. Формулировки Неймана ограничивались замкнутыми токами и квазистационарными процессами, в которых игнорировалась скорость электромагнитных процессов» [7, с. 474].
- 23 Если не считать влияния ньютоновской парадигмы тел, движений и сил, его закона тяготения, наиболее ярко проявившегося в рождении закона Кулона и гидродинамических моделей флюидов.
- 24 Эти две стадии, по-видимому, следует рассматривать как альтернативу постпозитивистским двухстадийным моделям Т.Куна, И.Лакатоса и приведенной выше нашей. При этом, в отличие от последних, ван Фраассен не различает построение конкретной теории какого-либо явления и рождение новой «парадигмы», исследовательской программы» или «раздела науки».
- 25 «Этот метод, — говорит он, — может быть описан двумя путями: как введение скрытой структуры или «дуально» как вставка (embedding)» [29, р. 270]. В качестве примеров «скрытых параметров» (или структур) он приводит массу и силу в ньютоновском описании движения. «Слово скрытый в «скрытых параметрах», поясняет он, не обязательно относится к недостатку экспериментальной доступности. Оно означает, что мы видим в решении параметры, которые не появляются в постановке проблемы» [29, р. 270].
- 26 В ходе исследования поведения сил в магнетиках (1845-1850) Фарадей особенно часто пользовался понятиями «количество», «интенсивность», «сгущение» и «разрежение» магнитных силовых линий, а начиная с 1845 г. в его трудах встречается понятие «поле» (магнитных сил). Магнитным полем, пишет Фарадей, «можно считать любую часть пространства, через которую проходят линии магнитной силы...Свойства поля могут изменяться от места к месту по интенсивности силы как вдоль линий, так и поперек последних» [23, Т. 3, S. 2806].
- 27 «...Формирование этого языка открывало путь к построению основ для исследования принципиально новых законов действия электрических и магнитных сил, включая физические процессы их взаимопревращения и распространения в пространстве. При анализе генезиса теории электромагнитного поля очень важно помнить, что такие физические процессы, вообще говоря, были просто бессмысленны с точки зрения понимания силы как причины ускорения материальной точки. Так Максвелл в одной из своих работ подчеркивал, что сила — это причина изменения движения и, следовательно, «существует только до тех пор, пока она действует; ее действие может сохраняться...» [17, с. 265-6].
- 28 Вспомним ньютоновское определение силы: «Сила проявляется единственно только в действии, и по прекращению действия в теле не остается».
- 29 «Она (идеальная жидкость — А.Л.) представляет собой исключительно совокупность фиктивных свойств, составленную с целью представить некоторые теоремы чистой математики (методы математической теории потенциала) в форме более наглядной и с большей легкостью применимой к физическим задачам, чем форма, использующая чисто алгебраические символы (т.е. типа веберовской, без модельного слоя, — А.Л.)» [15, с. 18].
- 30 На модельном уровне близкое действие столь же естественно связывалось с моделью жидкости и декартовских вихрей, как дальное действие — с ньютоновской моделью частиц и сил. Собственно, до появления модели поля было только две альтернативы — частицы и жидкость.

- ³¹ У Максвелла за его вариантом «метода аналогий» стояли еще и картезианские натур-философские соображения. Так в докладе «Реальны ли аналогии в природе?» (1856) Максвелл утверждал, что «все явления природы, будучи множеством движений, могут отличаться только по сложности» [17, с. 268-9]. Поэтому он пытается «свести все к чисто геометрической идее движения некоторой воображаемой жидкости» [15, с. 17] и говорит, что «сама концепция идеальной однородной жидкости «является такой же существенной частью чистой динамики, как круг в чистой геометрии» [17, с. 271].
- ³² Необходимо отметить, что, по-видимому, сам Галилей с его отношением к природе как книге, написанной Богом на языке математики, с его связью с флорентийской платоновской Академией, на которую указывает А.Койре [8], был близок (как и Ньютон) платоно-пифагорейской традиции. «Беседы...» Галилея можно проинтерпретировать в рамках этой позиции. При этом мы приходим к той же сх. 1, но из позиции «реалистического рационализма». Останутся в силе и многие приведенные выше утверждения, демонстрирующие преимущества рационалистической позиции по сравнению с эмпирической. Но поскольку пифагореизм все-таки мало популярен в среде ученых (правда, сегодня он обретает некоторую популярность среди ряда физиков-теоретиков, развивающих идеи ОТО) и философов и лично мне чужд, то в отношении него я ограничусь этим замечанием и буду следовать конструктивистской интерпретации деятельности Галилея и Ньютона.
- ³³ При этом на возражение ван Фраассена, что «каким оно будет, зависит от того, какие теории мы в состоянии вообразить», я отвечаю — «Да, модели будут зависеть от используемых «первичных идеальных объектов», но ввиду иерархичности модели этот произвол не столь уж велик».