

Проблема реальности в современном естествознании и математике. Спектр подходов

Липкин А.И.

Аннотация: В сборнике «Проблема реальности в современном естествознании» представлен ряд оригинальных отечественных вариантов реализма в естествознании и математике, которые предваряются качественными обзорами состояния проблемы в мировой философской литературе. Освещаемые в сборнике темы: место математики в физике, структурный реализм, эквивалентные описания, якобы парадоксальность и непонятность квантовой механики и стоящей за ней реальности, вопрос о реальности, стоящей за математикой и такими «промежуточными» областями как теория колебаний, синергетика, кибернетика и теория систем.

Цель данной статьи, используя материалы сборника, с одной стороны, дать общее представление об этих темах, а с другой (во второй части соответствующих параграфов) дать описание представленных частных авторских позиций и их критику. Естественно, что последняя не может претендовать на абсолютно объективную, поскольку такой нет. Представленная критика производится из разрабатываемого автором «объектного подхода».

Ключевые слова: Реальность, реализм, структурный реализм, наблюдение, измерение, эквивалентные описания, физика, квантовая механика, математика, история математики, теория колебаний, синергетика, кибернетика, теория систем, объектный подход, наддисциплинарность

В сборнике «Проблема реальности в современном естествознании» [1] представлен ряд оригинальных отечественных вариантов реализма в естествознании и математике, которые предваряются качественными обзорами состояния проблемы в мировой философской литературе. Освещаемые в сборнике темы: место математики в физике, структурный реализм, эквивалентные описания, якобы парадоксальность и непонятность квантовой механики и стоящей за ней реальности, вопрос о реальности, стоящей за математикой и такими «промежуточными» областями как теория колебаний, синергетика, кибернетика и теория систем.

Цель данной статьи, используя материалы сборника, с одной стороны, дать общее представление об этих темах, а с другой (во второй части соответствующих параграфов) дать описание представленных частных авторских позиций и их критику. Естественно, что последняя не может претендовать на абсолютно объективную, поскольку такой нет. Критика предполагает позицию, которая может быть либо сверху,

но состав авторов не позволяет на это претендовать, либо сбоку – из своей собственной позиции.

1. Объектный подход

Основные черты моей позиции, подробно описанной в [2; 3], состоят в следующем.

Естественная наука в лице механики-физики появляется в 17 в. как симбиоз математики, натурфилософии и техники. Первой естественнонаучной теорией является теория падения тел Галилея, в которой можно выделить идеальную теоретическую часть (Т), состоящую из *модельного слоя*, представленного тремя идеальными сущностями: телом, пустотой и средой; *математического слоя* в виде закона падения тела (равномерноускоренного); *техническими операциями приготовления (П)* (тела в пустоте в виде шарика на гладкой наклонной плоскости или в откаченной от воздуха трубке Торричелли) и *измерения (И)* (пути, времени, скорости):

$$\{П|Т|И\} \quad (1).$$

Здесь мы имеем и трехчастную структуру эксперимента $\{П|Я(Т)|И\}$ (о которой говорит Фок в полемике с Бором вокруг квантовой механики [4]), состоящей из приготовления (его может заменять выбор из готовых объектов, как это имеет место в астрофизике и биологии), явления (Я(Т)), которое может иметь теорию (Т) или нет, и измерения. В такой схеме место позитивистского «наблюдаемого» занимает «приготавливаемое» и «измеряемое», что снимает массу проблем, включая использование сложных «теоретически нагруженных» приборов (электрон не наблюдаем, но приготавливаем, спин не наблюдаем, но измеряем) [2; 3]. Технические операции приготовления и измерения ответственны за реализацию (с определенной точностью) идеальных сущностей в материале (эмпирическом). Без этого мы имеем догалилеевскую математизированную натурфилософию, а не естественную науку.

Галилей в теории падения совершил *первую методологическую революцию*, задающую лицо всех естественных наук. Он задал гетерогенную структуру (1), состоящую из теоретической части – наследнице натурфилософии, связанной с умозрением (работой с идеальными сущностями) о «первой природе» данной человеку в виде естественных явлений, и операциональной части, принадлежащей сфере технических действий – второй природе, «за которой стоит управляющий ею человек,

техника подразумевает цели и функции, а не сущности» [20, с. 9–11]¹. Это принципиальное различие очень хорошо выражено у Аристотеля: «Поскольку учение о природе... имеет... дело... с такой сущностью, которая имеет начало движения и покоя в самой себе, то ясно, что оно учение *не о деятельности и не о творчестве* (ведь творческое начало находится в творящем, будь то ум, искусство или некоторая способность, а деятельное начало – в деятеле как его решение...)» [Аристотель, *Метафизика*, кн. 6, гл. 1, 125b20]. Популярными при рассмотрении квантовой механики (в результате редукции всего к физике, как у Лапласа) попытки представить техническое действие, к которым относится измерение, как естественное явление ведут к псевдопарадоксам типа «редукции волновой функции» (подробнее в [2; 3]).

Вторую методологическую революцию (которая возможно охватывает не все области биологии) совершил Ньютон. Он выделил *уровень оснований*. В результате мы имеем *двухуровневую структуру*, состоящую из оснований *j*-го раздела физики – ОРФ_{*j*} (классической или квантовой механики, электродинамики и т.п.), где задаются базовые (первичные) сущности данного раздела науки и *уровня теории явления*, строящейся из этих сущностей (которые могут принадлежать разным разделам физики и даже разным наукам).

(ОРФ_{*j*}) → (Теория – Явление) (2)

Такая двухуровневая структура позволяет отличить квантовую механику как раздел физики (иногда этот уровень фиксируется под именем «фундаментальная теория»), от, скажем, теории сверхпроводимости как теории явления. Последовательный учет этой принципиальной двухуровневости физического знания (и не только физического), отсутствующий в большинстве работ по философии науки, является очень существенным при рассмотрении многих вопросов. В частности, он дает возможность новых ответов в споре эмпириков с рационалистами и конструктивистов с реалистами. На уровне оснований мы можем иметь конструктивизм и рационализм, а на уровне теорий – реализм и эмпиризм. Действительно, первичные сущности в физике, начиная с понятия пустоты Галилея, искусственны, но реальны (как кирпичи), поэтому теории явлений строятся из реальных объектов [2; 3]. Так, «пустота» вводится рационалистически и конструктивно: по определению, пустота – то, где тело падает равномерноускоренно, и

¹ Это дает ответ на вопрос Р.Ларенца: «Что такое измерение?... *Почему можно измерять одну материальную вещь посредством другой*» [1, с. 306]: измерение это техническое действие в центре которого стоит сравнение с эталоном.

этот закон движения введен рационалистически, для Галилея это наиболее простой и красивый закон, и, конечно, Бог выбрал его. Ту же структуру мы можем наблюдать и в других разделах физики.

Третья методологическая революция происходит на границе 19 и 20 вв., она связана с тем, что в физике (как и в математике) переходят к работе с более сложными не «наглядными» («неочевидными») объектами. В физике это происходит, начиная с электромагнитного поля Фарадея-Максвелла. До него объекты (то, что движется) – тела, жидкости, ... – были очевидны (и наглядны), и считалось, что цель ученых – искать законы движения. Начиная с электромагнитного поля, центральным неочевидным понятием становится сам объект. Это требует перехода к неявному типу определения (введенному Д.Гильбертом) в виде системы постулатов, задающих одновременно все семейство базовых понятий данного раздела науки. Этот переход является сутью *перехода от «классической» к «неклассической» физике*. В [2] показано, что это семейство понятий замкнуто для каждого раздела физики, благодаря чему наука (физика) разбивается на разделы (физики)². Принадлежность разделов физики к физике, как показано в [2], определяется структурой оснований, в центре теоретической части которой (1) лежит физический процесс, описываемый в модельном слое как переход «первичного» физического объекта данного раздела физики A из одного состояния S_A в другое ($S_A(1) \rightarrow S_A(2)$), использованием всего двух прототипов – в виде частицы и сплошной среды³ – для построения «первичных» физических объектов порядка десятка разделов физики, приводимых в десятильнике [5], и пространства как вместилища объектов⁴.

² В результате можно различить «раздел науки», задаваемый структурой знания, и дисциплину, задаваемую употреблением и преподаванием. Так в физике есть дисциплины «оптика» и «атомная физика», но нет таких разделов физики, они оказываются внутри таких разделов физики как электродинамика и квантовая механика.

³ Специфический случай вращающегося объемного тела, характеризующегося моментом вращения (моментом количества движения), на которое может действовать момент сил, часто сводится к частицам или элементу сплошной среды обладающими этим моментом вращения.

⁴ В динамических разделах физики время является номером состояний, что, если назвать событием нахождение объекта в некотором состоянии, будет отвечать вместилищу событий.

Результирующая структура оснований раздела физики выглядит так:



Сх. 3. Структура теоретического описания 1) оснований раздела физики (при $A=П\text{И}О$) и 2) физического процесса (при $A=В\text{И}О$). $f(S_A(t_1))$ означает математический образ $S_A(t_1)$

В (3) мы прописали современную структуру математического слоя в теоретической части, состоящего из математических образов состояний системы и уравнения движения ((УД)), с помощью которых задается связь состояний (в динамике состояния нумеруются моментами времени). Поскольку в этой структуре в центре оказываются физические объекты (а не законы), то этот взгляд (подход) я назвал «объектным». Разведение математического и модельного слоев в теоретической части (появившихся у Галилея) очень важная черта физики, которая часто отсутствует в философской рефлексии (это отсутствие – наследие «стандартной схемы» (Received View) логических позитивистов) [2; 3].

Обрисовав свою позицию, перехожу к рассмотрению проблем и позиций, представленных в сборнике [1].

2. Место математики в физике

Важное место в сборнике, в обсуждении и физической, и математической реальности занимает «непостижимая эффективность математики» в физике (Е. Вигнер). Для математики этот довод используется как аргумент в пользу связи математики с эмпирической реальностью [1, с. 273, 296].

В схемах 2 и 3 в качестве «языка» и онтологических единиц выступают объекты модельного слоя – «первичные идеальные объекты» ПИО_j (А на сх. 3 для ОРФ_j). Математические понятия (математика) являются элементами этой единицы, наряду с

другими понятиями модельного слоя и техническими операциями приготовления и измерения. При этом математика здесь не является языком для выражения чего-то существующего вне нее, или отражением или выражением реальности (как у Платона). Та или иная математика используется как средство для описания связи (отношения) состояний⁵, задающей движение объекта (т.е. физического процесса). У Галилея эта связь задана пропорцией, у Ньютона – дифференциальными уравнениями, позже начинают использовать интегральные уравнения, еще позже – теорию групп (симметрии) [2].

Поэтому место вигнеровской «эффективности математики» занимает «эффективность ПИО». Что касается «эффективности ПИО», то здесь надо различать две вещи. Точность реализации ПИО в эмпирическом материале принципиально ничем не ограничена. Что касается точности описания явлений с помощью строимых из них теоретических моделей – «вторичных идеальных объектов» (ВИО), которые задают теорию в (2), то точность может неограниченно наращиваться путем построения все более сложного ВИО (внося в него новые ПИО_j и взаимодействия)⁶. Правда, приводимые Е. Вигнером примеры планетарной системы и спектра атома отличаются очень простыми ВИО. Однако эти случаи являются особыми случаями в физике, ибо их модель-ВИО должна удовлетворять условию чрезвычайной устойчивости. Планеты не улетают от Солнца в течение миллиардов оборотов. Это накладывает требование чрезвычайной точности на модель. Модель, где сила обратно пропорциональна квадрату расстояния в сочетании со вторым законом Ньютона, обеспечивает эту устойчивость, а, следовательно, и точность описания (во многом аналогична ситуация с электроном в атоме, где планетарная модель служит «затравочной» моделью [2]). Для физических явлений другого типа (например, в механике сплошных сред) такой точности при простых ВИО не наблюдается.

Рассмотрим еще несколько примеров «удивлений»: «подчинение явлений законам математики» (Ньютон), «предустановленная гармония» между математикой и физикой (Г. Минковский, Ф. Клейн, Д. Гильберт, А. Эйнштейн и др.) [6], «опережающая роль математики» при создании теории относительности и квантовой механики [6].

Первые два утверждения вытекают из очень значимой для Галилея и Ньютона идеологемы «Природа – это книга, написанная Богом на языке математики», и того что

⁵ Это дает ответ на вопрос Р.Ларенца: «Почему и как математика работает в физике?» [1, с. 305] (подробнее в [2; 3]).

⁶ Мы имеем здесь что-то типа разложения в ряд, но содержательное (реалистическое).

для физиков до появления электромагнитного поля объект, который двигался (тело, жидкость) был очевиден, и считалось, что задача состоит в основном в нахождении «законов движения».

Впечатление об «опережающей роли математики» связано с тем, что при переходе к «неклассической» физике происходит усложнение математики. Теперь ищут не просто уравнение движения, а математическое представление, т.е. математические образы ПИО и его состояний, которые становятся гораздо сложнее и разнообразнее. В результате увеличивается доля работы в математическом слое и становится явным выбор и поиск типов математики при создании новых «неклассических» разделов физики. Начиная с электродинамики, схема формирования оснований раздела физики выглядит так: начинается с физической модели (силовое поле Фарадея) потом идет сложный поиск математического слоя (уравнения Максвелла) после чего формируется окончательная физическая модель (электромагнитное поле). То же мы имеем и в случае квантовой механики, где на входе «новой» квантовой теории мы имеем модель атома Бора и сформулированный де Бройлем корпускулярно-волновой дуализм, которые я бы отнес к физической модели. Затем идет поиск математического слоя, в результате чего возникают его варианты (в версиях Гейзенберга и Шрёдингера). Параллельно этому формируются вероятностная интерпретация волновой функции Шрёдингера и другие элементы модельного слоя оснований квантовой механики [2; 3]. Но, если исходить из позитивистской «стандартной» модели, в которой не выделяется модельный слой, то там видна только математика.

Вывод из этого обсуждения состоит в том, что постановка и попытки ответов на вопросы об «эффективности» математики, ее первенстве и т.п. отнюдь не очевидны, как это часто преподносят, а сильно *зависят от эпистемологической позиции*. Утверждения о «непостижимой эффективности» математики [7; 8] связаны с недооценкой модельного слоя, происходящего либо в рамках позитивистской «стандартной» структуры физического знания, где в качестве центральной задачи рассматривается получение из эмпирических данных законов природы, выражаемых с помощью математических формул, либо в рамках платано-пифагорейской традиции (популярной среди физиков-теоретиков, занимающихся ОТО), где математике придают онтологический статус, что, с моей точки зрения неверно: *онтологию несет на себе ПИО, его модель, а математика при этом лишь один из элементов, входящих в основания раздела физики и задающих ПИО*. Эффективными являются ПИО, а не математика.

3. Структурный реализм и эквивалентные описания в физике

Важной темой сборника является структурный реализм, к которому тяготеют многие авторы сборника.

«В настоящее время структурный реализм очень популярен. Существует несколько версий этой концепции, ей посвящена большая литература» [1, с. 154], - пишет Е.А.Мамчур. Структурный реализм пытается защитить реализм от «аргумента замещения онтологии», особенно в куновской версии научных революций. Он «спасает идею преемственности научного знания... Пусть онтология старой теории замещается новой онтологией, (но)... сохраняются структурные отношения», как в случае «перехода от френелевской теории эфира к максвелловской теории электромагнитного поля» [1, с. 160].

Очень хорошее краткое изложение различных версий структурного реализма дано в статье М.С.Чернаковой⁷. «Во второй половине XX века под давлением со стороны антиреалистов... были разработаны так называемые *минимизированные версии реализма*... Основными минимизированными версиями реализма являются: различные версии структурного реализма (эпистемический структурный реализм, онтический структурный реализм, конструктивный структурный реализм (Т.Цао, в сборнике помещена его статья. – А.Л.)). В отличие от реализма, который утверждал полную познаваемость ненаблюдаемой реальности, и от антиреализма, который утверждал полную непознаваемость ненаблюдаемой реальности, во всех минимизированных версиях реализма утверждается *частичная* познаваемость этой сферы реальности. Однако различные минимизированные версии реализма по-разному отвечают на вопрос о том, что именно доступно нашему познанию..., а также о том, каковы критерии принятия той или иной теории в качестве истинной. *Эпистемический структурный реализм* (Дж. Уоррел)... признает реальное существование ненаблюдаемых физических объектов и наличие у них свойств, но утверждает, что точное знание этих объектов и свойств недоступно нашему познанию. То, что может быть познано и зафиксировано в теориях – это знание структурных аспектов реальности, знание существующих между непознаваемыми объектами отношений. Эти отношения отражаются в основных математических уравнениях теорий» [1, с. 77], которые сохраняются в ходе научных

⁷ Но лучше заменить позитивистские «ненаблюдаемые физические объекты» на «физическую сущность явления», на которую претендует физическая теория, опирающаяся на умозрение, а не зрение.

революций. Отличие точки зрения, *онтического структурного реализма* (Дж. Лэндиман, С. Френч) от эпистемического «состоит в том, что онтический реализм признает в качестве существующих на фундаментальном ненаблюдаемом уровне физической реальности не объекты и их свойства, а сами структуры и отношения» [1, с. 78].

С точки зрения описанного выше «объектного» подхода в физике мы имеем дело не со структурным, а с онтологическим реализмом, поскольку в «объектном» подходе заданные в основаниях раздела физики базовые сущности, включая ПИО_j, предполагают техническое воплощение (с определенной точностью) в эмпирическом материале. Поэтому ПИО_j, если и искусственны (конструируются), то реальны (как кирпичи). Поскольку используемые для построения теорий явлений объекты реальны, то строимые из них теории явлений (2) тоже реальны в онтологическом смысле (подобно кирпичным зданиям), т.е. в физике мы имеем объектный реализм, а не структурный (т.е. структурный реализм неадекватен). Научной революции Куна отвечает появление нового раздела физики с соответствующими ПИО, составляющими его онтологию. При этом, вследствие использования при создании нового раздела принципа соответствия (как физического (правила построения раздела физики), а не методологического (надпредметного правила мышления)), новый раздел физики пристраивается к старым, а не заменяет их [2].

Приводимые структурными реалистами примеры сохранения уравнений теплопроводности, введенных на основе отвергнутого позже теплорода или уравнений интерференции и дифракции, введенных на основе отвергнутого позже эфира, с точки зрения «объектного» подхода, объясняются тем, что и отвергнутые, и новые понятия созданы на основе модели сплошной среды и им не очень важно какая именно конкретная среда будет положена в их основу [2]. Собственно это фиксирует и Уоррел, говоря о «колебаниях среды» [1, с. 160], но для него колебания – это структура (отношений) за которой нет онтологии, поскольку онтология меняется, а для нас – колебания это «промежуточная» онтология, либо в качестве состояний неопределенной сплошной среды, либо в качестве динамической формы (формы движения, формы, образованной движением), которая реализуется на разном эмпирическом материале (типах сплошных сред), т.е. на разных типах движений (механических, электромагнитных, химических, экологических,...). Речь идет о «промежуточной» онтологии колебаний и волн, рассматриваемой в статье Э.Ю. Калинина, которую мы анализируем ниже. Т.о., с точки зрения «объектного» подхода, выдвигаемый против

реализма тезис «пессимистической индукции» (близкий фаллибилизму К.Поппера) о том, что онтологии меняются для физики неверен, история физики говорит обратное: если основания раздела физики сформировались, то отвечающие ему онтология и раздел физики (это и есть «зрелость» науки) не меняются, новые разделы физики – пристраиваются к существующим разделам, а не вытесняют их⁸. Теплород служил рабочей моделью, помогавшей формулировать эмпирические по своей сути законы (теплопроводности и др.), эфир как механическая среда был плох и противоречив с самого начала (сверхтвердая среда, которую никто не ощущает) и выступал в функции сплошной среды вообще. Они отвечали стадии «незрелой» науки.

В своей статье «Эквивалентные описания в физике в контексте проблемы реализма» Чернакова пытается применить структурный реализм к случаю «экспериментальной невесомости». Она вводит три типа «эквивалентных описаний», которые связывает с тремя «этапами теоретического знания», выделяемыми ею по критерию увеличения трудности экспериментального подтверждения теорий. «Экспериментальная невесомость» отвечает третьему этапу. С ее точки зрения, последняя является характерной чертой современной и будущей физики переднего края. С нашей точки зрения, и понятие «эквивалентных описаний» и введенная классификация этапов требует серьезной переработки.

Во-первых, среди рассматриваемых Чернаковой «эквивалентных описаний в физике» следует различить (расклеить) несколько принципиально разных типов.

1) Есть составляющие математический слой (в (3)) эквивалентные «математические представления»: Ньютона, Лагранжа, Гамильтона-Якоби в классической механике; Шрёдингера, Гейзенберга, взаимодействия и др. в квантовой механике, и т.п. Они все *отвечают одной онтологии*, содержащейся в модельном слое соответствующего раздела физики, одним и тем же ПИО. Довольно часто одно из математических представлений используется при создании нового раздела физики (в процедуре «затравочной классической модели») [2; 3]. В одних случаях это гамильтониан (как в нерелятивистской квантовой механике), в других – лагранжиан (как в квантовой теории поля). Утверждать в связи с этим, что одно из представлений – Ньютона, Лагранжа, Гамильтона и т.п. – более глубокое, чем другое, как это делается в

⁸ Это относится и к теориям относительности, которые вводят дополнительную сущность – переменную метрику, она добавляется к соответствующим разделам физики, создавая их релятивистские варианты. В ОТО метрика вытесняет силу гравитации, но сила гравитации не входила в какой-либо раздел физики, она просто прибавлялась к механике, поэтому не проходит наш критерий «зрелости».

статье, представляется неадекватным, хотя бы потому, что в центре лежат базовые объекты (ПИО), а не математические представления.

2) Когда говорят о «недоопределенности теории опытом» имеют в виду другое – что разные онтологии дают эквивалентное описание и объяснение (поскольку речь об онтологиях) явления.

3) Различные интерпретации квантовой механики (о которых речь пойдет ниже) – это альтернативные варианты онтологий, т.е. нечто противоположное первому случаю.

4) Есть еще различные «исследовательские программы», которые тоже представляют альтернативные онтологии.

Что касается исторических «этапов теоретического знания», то, судя по примерам, первому типу отвечает случай 4 (здесь приведены различные исследовательские программы). Второму типу отвечает случай 1. Третий случай – случай «экспериментальной невесомости». Это действительно качественно другой случай. Он, в соответствие с сутью первой методологической революции, отвечает не науке, а натурфилософии, построению чисто умозрительных (спекулятивных) моделей, несмотря на то, что первоэлементами здесь становятся не древние вода, земля, воздух, огонь, а «струны» или другие сущности, изобретаемые физиками. Применимость к этим построениям даже семантического и онтического структурного реализма вызывает сомнение, поскольку и они предполагают реализацию результатов соответствующих структур теории в эмпирическом материале, а не чисто в умозрении. Не уверен, что можно говорить об отвечающей им реальности, по крайней мере, в рамках физики.

На основании вышесказанного трудно согласиться с мнением автора о том что «эквивалентные теории... представляют собой различные «проекции»...реальности», «лежащей за пределами эмпирических возможностей человека» [1, с. 81].

В плане исторических «этапов теоретического знания» более адекватными нам представляется деление на классический и неклассический этапы по указанному нами выше критерию – по отношению к переходу от «наглядных» объектов и принципа очевидности к не «наглядным» объектам и неявному типу определения базовых понятий (т.е. до и после третьей методологической революции). Возможно, сегодня в применении к случаю «экспериментальной невесомости» можно говорить о «постмодернистском» этапе, имея в виду отсутствие критериев критики и проверки выдвигаемых теоретических построений.

Не думаю, что можно искать критерии выбора между этими построениями в лоне философии. Методологические принципы, к которым обращается автор, возможно,

имеют свою эвристическую силу, но на роль строгого критерия отбора потенциальных теорий, они не подходят.

4. Интерпретации квантовой механики в контексте проблемы реальности

Одной из важных площадок обсуждения проблемы реальности в естествознании и даже в математике оказывается интерпретация квантовой механики. Среди основных интерпретаций доминирует копенгагенская, из которой исходят многие авторы [1]. А.Ю. Севальников и Е.А.Мамчур. весьма рельефно излагают основу этой концепции и порождаемые ею философские проблемы, в первую очередь проблему реальности, которая особенно ярко дана через споры Бора и Эйнштейна и известные «парадоксы квантовой механики», вовлекаемые в этот спор.

Чтобы лучше понять суть этих проблем, сравним три семейства «интерпретаций» квантовой механики (ибо все они существуют во множестве вариантов⁹), выделенные К.Поппером еще в 1930-х гг.

Во-первых, это наиболее популярная «*копенгагенская*» интерпретация, лидером которой был обосновавшийся в Копенгагене Н. Бор. Во-вторых, противостоящая ей «*антикопенгагенская*» интерпретация, вокруг которой объединился ряд отцов квантовой механики недовольных своим детищем, лидером здесь выступал А. Эйнштейн.

В философии науки обсуждается главным образом эта пара «интерпретаций» (парадигм), формировавшихся в споре друг с другом. Этот спор концентрировался вокруг трех указанных в Табл. 1 вопросов. При этом ключевым являлся первый вопрос.

интерпретация	Существует ли состояние квантового объекта объективно и независимо от измерения?	Является ли вероятностное описание отдельной микрочастицы принципиальным фактом квантовой механики?	Полна ли «новая» квантовая механика (т.е. ее формулировка окончательна)?
« <i>копенгагенская</i> »	НЕТ	ДА	ДА

⁹ Так к детищам копенгагенского семейства я бы отнес абсурдную (шизофреническую), но широко обсуждающуюся в последнее время «*многомировую*» интерпретацию.

«антикопенгагенская»	ДА	НЕТ	НЕТ
«теорфизическая» («работающих физиков»)	ДА	ДА	ДА

Таблица 1. Три семейства «интерпретаций» квантовой механики

Эйнштейн и его соратники (Шрёдингер, Де Бройль и др.) настаивали на положительном ответе на первый вопрос и отрицательном ответе на два последних. Они утверждали, что сложившаяся к 1927 г. формулировка квантовой механики не полна. Свою позицию они выразили в виде ряда «парадоксов», якобы возникающих в предлагаемой копенгагенцами формулировке квантовой механики (классический набор состоит из парадоксов «кошки Шрёдингера», «редукции (коллапса) волновой функции» и мысленного эксперимента А.Эйнштейна, Б. Подольского, Н. Розена (ЭПР)), говорящих, с их точки зрения, о ее неполноте и незаконченности. С этой линией тесно связаны позитивные исследовательские программы построения альтернативной квантовой механики типа *теорий скрытых параметров* (Д. Бом и др.) и близких им по духу *статистических интерпретаций* [9], а также различные теоремы (Белла и др.), доказывающие бесперспективность теорий со скрытыми параметрами [10, гл. 5 и 6].

Приверженцы «копенгагенской» «интерпретации», выдвинутой Бором, Гейзенбергом, Борном, считающейся наиболее популярной (ее часто называют «ортодоксальной»), наоборот, давали положительные ответы на два последних вопроса и отрицательный – на первый.

Третье семейство К. Поппер выделяет со стороны сообщества, через «работающих физиков», которые создавали квантовые теории, не обращая внимания на споры первых двух групп вокруг указанных «парадоксов» (они часто просто не знают о них). Им часто приписывают так называемую «минимальную» феноменалистическую интерпретацию, в которой ограничиваются математическим формализмом и возможностью вычислять результаты. Однако последнее неверно: физики в квантовой механике сплошь и рядом работают с моделями, которым приписывают онтологический, а не феноменологический статус. Если следовать завету Эйнштейна: «Твердо придерживаться одного принципа: не слушайте, что они (физики-теоретики) говорят, а лучше изучайте их действия...» (О методе теоретической физики. 1933), то для этих физиков-теоретиков вырисовываются четкие основания квантовой механики, отвечающие «теорфизической» интерпретации [2; 3], в которой отсутствуют указанные

«парадоксы» (поэтому они и не участвуют в соответствующих спорах) и нет «таинственности», на которую ссылается Панов [1, с. 180]. В ней дается положительный ответ на все три вопроса (на первый – как у Эйнштейна, на два последних – как у копенгагенцев).

В «теорфизической» интерпретации в центре оказываются *постулаты Борна*, а не волновая функция (ψ - функция). *Постулаты Борна ответственны за появление в квантовой механике вероятности и за сочетание корпускулярных и волновых свойств. Именно из-за отличий в их формулировке и существует множество «интерпретаций» квантовой механики.*

В «теорфизической» интерпретации, где проводится различие слоев модели и математики (3), волновая функция является математическим образом состояния и не имеет своего физического смысла. Физический смысл содержится в модельном слое в понятиях объекта (квантовой частицы или «квантона») и его состояний. Состояние же, как и в других разделах физики, выражается в пространстве измеримых величин, но через *распределения вероятностей значений* соответствующих измеримых величин и ряд совместных распределений вероятностей взаимодополнительных величин (входящих в соотношения неопределенностей Гейзенберга)¹⁰. Последние ответственны за фазовые волновые характеристики состояния, за которые в математическом слое отвечает фаза комплексной волновой функции¹¹.

Главным в постулатах Борна здесь является утверждение, что *в квантовой механике состояние физического объекта определяется* не значениями, а указанными выше *распределениями вероятностей*.

Распределения вероятностей – это то, что можно померить, в отличие от волновых функций, являющихся элементами гильбертова пространства, т.е. сугубо математическими объектами. Указанные распределения вероятностей для своего измерения требуют не одного, а достаточно *длинной серии актов измерений* (это существенное отличие от классики). Здесь один акт измерения не может представлять состояния (за исключением особых случаев «собственных» состояний). А раз так, то в случае «кота Шредингера», чтобы зафиксировать состояние (которому сопоставляется

¹⁰ Это измеряется в «томографическом» методе, который предполагает серии измерений взаимодополнительных величин (см.: [11; 12] и другие работы, указанные в [13]).

¹¹ Одна из специфических черт квантовой механики состоит в том, что здесь нет простого сложения вероятностей. В математическом слое это выражается в том, что математическим образом состояния квантового объекта являются не вероятности (или распределения вероятностей), а волновая функция, квадрат которой дает вероятности. Поэтому, с легкой руки де Бройля, ее иногда называют «волной вероятности» или «амплитудой вероятности» и этому пытаются приписать физический смысл.

волновая функция), мы должны провести серию опытов, в каждом из которых, кот, как и положено, будет либо жив, либо мертв, т.е. *парадокс существует только в копенгагенской интерпретации*. То же имеет место и в мысленном эксперименте Эйнштейна-Подольского-Розена (ЭПР), приводимом Е.А.Мамчур. Имеется двухчастичная система в «перепутанном», т.е. существенно двухчастичном состоянии, которое не распадается на два одночастичных, как бы далеко ни улетели две частицы друг от друга (это существенно квантовый эффект, связанный с принципом тождественности частиц, который вводит в квантовую механику элемент холизма). В силу закона сохранения импульса, померив *импульс* одной частицы, можно узнать точное значение импульса другой. Померив точное *положение* у другой, мы получим, с точки зрения Эйнштейна, нарушение принципа неопределенности. Но этот парадокс существует только в рамках копенгагенской интерпретации. В «теорфизической» интерпретации соотношение неопределенностей Гейзенберга относится не к измерению, а к состоянию (см. его теоретический вывод), а следовательно его надо относить, в случае измерения, не к одному, а к длинной серии актов измерения. В последнем случае соотношение неопределенностей Гейзенберга будет иметь место и в ЭПР-эксперименте.

В конце 20 в. ЭПР-эксперимент перешел из разряда мысленных в разряд реальных. Но изложение экспериментальных работ нагружено копенгагенским видением и, как правило, включает пресловутый «коллапс волновой функции». Если очистить экспериментальные данные от этих интерпретационных включений, то их результаты не выходят из корректного квантовомеханического описания, где нет ни «коллапса волновой функции», ни копенгагенских трудностей. То же относится и к использованию «перепутанных состояний» в «квантовой криптографии» и «квантовом компьютере», это использование не требует выхода за рамки стандартной квантовой механики [2; 3].

Если убрать ссылки на копенгагенскую интерпретацию, то в приведенных в сборнике статьях есть свои важные темы.

Е.А. Мамчур в статье «Интерпретация квантовой механики в свете проблем реализма» обсуждает на фоне копенгагенской интерпретации структурный реализм, и близость к нему типа обсуждения теории элементарных частиц Гейзенбергом.

А.Ю. Севальников в статье «Онтология квантовой механики, или от физики к философии» проводит анализ способа существования объекта, который обладает вероятностным поведением. Для этого он использует аристотелевские понятия

возможного и действительного: «Ключевым для нас является... понятие «бытие в возможности» (δυναμιξ)» [1, с. 134], «которое есть «начало движения, которое коренится в ином и само есть иное»», цитирует он Аристотеля [1, с. 137]. «Философия природы Стагирита – это философия процесса, а еще точнее становления, осуществления... Такая философия базируется на особой онтологии... Для того, чтобы описать подвижное, нужна *триада* понятий: *необходимое – возможное – актуальное*. Возможное в этой схеме является «средним членом» [1, с. 131]. Это философское обсуждение, с привлечением идей Хайдеггера и неотомистов, с одной стороны, и Фейнмана, Фока и других физиков, – с другой, а также отсылка к основным положениям копенгагенской интерпретации, к принципу Маха и исходящим из него построениям Ю.С. Владимирова, – с третьей, приводит Севальникова к «главному утверждению», что «квантовая механика описывает радикально *иное*. Как наука, так и философия (новоевропейская!) на эмпирическом материале квантовой теории столкнулась с тем, что никак ранее не описывала. И пока это не будет осознано, не будет и понимания квантовой механики... (Она) требует радикально иного метафизического мышления... Квантовая механика утверждает, что квантовый объект существует до пространства и времени... Развертывание... понятия «бытие в возможности», его экспликация, применительно как к физике, так и метафизике требует качественного переосмысления таких ключевых понятий современной науки, как время, пространство и причинность особенно» [1, с. 139-140].

Призыв к поиску новой физической реальности, но не выходя так далеко из области физики, содержится и в статье В.Д. Эрекаева «Проблема физической онтологии». Автор озабочен построением картины мира и принадлежит демокритовской линии поиска первоэлементов мироздания (мы же исходим из аристотелевской линии – естественные науки строят теории явлений [2, гл. 9]). На этом пути его внимание сосредоточено на теории относительности и квантовой механике. Он исходит из очень правильного вопроса (который мы бы не ограничивали планковским масштабом [2]): «Можно ли для описания принципиально нового уровня реальности, коим, прежде всего... является Вселенная на планковском масштабе, использовать онтологию «предыдущих» уровней реальности, в частности, уровня элементарных частиц... и тем более макроскопического уровня?» [1, с. 85]. К сожалению, он не проводит критический анализ этого вопроса, а сразу пытается нащупать эту новую онтологию. Он предлагает «расширить содержание физической онтологии» [1, с. 85], перефокусировав ее с объектов на свойства и закономерности [1,

с. 93]. Особые надежды он возлагает на поиск «более сложного представления о пространстве и времени». В качестве подтверждения этого тезиса он приводит, исходя из своего вкуса и видения, многочисленные «нерешенные» вопросы из разных областей, от нерелятивистской квантовой механики (в копенгагенской интерпретации) до теории суперструн.

5. Наддисциплинарная реальность

Интересной темой сборника [1] представляется выделение особой «промежуточной» (но не «синтетической») [1, с. 345] группы дисциплин, в которую вошли теория колебаний, синергетика, кибернетика и теория систем. Один из авторов (А.А.Крушанов) назвал эту группу «трансдисциплинарными исследованиями», другой (Э.Ю.Калинин) выделил эту область как «наддисциплинарную», что мне представляется более адекватным [14]. Специфика этой области состоит в том, что она имеет отношение к различным наукам и их разделам, но, в отличие от математики, предполагает реализацию (не интерпретацию [1, с. 346]) в эмпирическом материале той или иной науки. В этом «промежуточность» этой области. Исторически первой такой наукой стала теория колебаний и волн, которая рассматривала колебания в механике, электродинамике, химических реакциях, экологии и др. Аналогичная ситуация имеет место в синергетике, которая во многом является дитем теории нелинейных колебаний. В [14] (повторено в [3]), где прописана структура оснований синергетики, говорится, что это качество связано с тем, что, в отличие от классических естественных наук (физики, химии), разделы которых связаны с определенным типом процессов (движений) и объектов (это можно назвать «субстраностью» [1, с. 316]), теория колебаний и синергетика изучают *динамические* формы и структуры (они задаются движением) и имеют дело с типами форм движений¹², а не с конкретными **типами** движений. Это свойство я назвал «наддисциплинарностью» [14], чтобы отличить от междисциплинарности типа той, что имеет место в физической химии. Эта наддисциплинарность не является (ни по сути, ни по истории формирования) «обобщением различных дисциплин». В системном подходе, базовыми понятиями которого являются элементы, связи и система с ее свойствами мы имеем аналогичную ситуацию по отношению к структуре, а не процессу¹³. Думаю, что кибернетика, как наука об управлении и обратных связях, обладает теми же качествами, но в отношении технических наук. То, что некоторые кибернетические модели используются в биологии, связано с тем, что науки о живом принципиально отличаются от наук о неживом. В науках о живом и в науках об обществе появляется целевая причинность и понятие функции и органа. Эти качества часто моделируются с помощью моделей

¹² В теории линейных колебаний «базовыми динамическими элементарными объектами», задающими «динамическую онтологию» являются колебания и волны (гармонические, через которые выражаются с помощью разложения в ряды или интегралы Фурье остальные колебания и волны) [1, с. 343-344]),

¹³ К тому же типу следует, по-видимому, отнести и упомянутые А.А.Крушановым нарождающиеся ритмологию, симметриологию, экстремологию [1, с. 331].

технических наук, обладающих этими элементами. Кибернетика схватывает управленческую реальность.

Но мне кажется, что подобная «наддисциплинарность» (или «трансдисциплинарность», хотя я бы этот термин оставил для другого) не может быть основанием для утверждений, что эти науки вскрывают более универсальный слой реальности (А.А.Крушанов, с. 332 и далее)¹⁴. Поэтому то, что эта область оказывается «не вполне признанной в своем *универсальном* статусе» [1, с. 318] является адекватной реакцией сообщества.

Неадекватным мне представляется и поиск аналогий с квантовой механикой (особой роли измерения) и втискивание этой области в последовательность «классическая – неклассическая (квазиклассическая) – постнеклассическая» наука (Э.Ю.Калинин). Неклассическая наука, суть которой – работа с неочевидными (не «наглядными» [1, с. 341]) объектами начинается с электромагнитного поля Максвелла (Фарадея-Максвелла). Включение операций измерения в группу одновременно определяемых понятий в рамках неявного типа определения происходит в электродинамике сплошных сред [2]. Именно с этим случаем, а не с квантовой механикой, следует сравнивать «определение собственных частот колебательной системы» [1, с. 348].

Ничего «парадоксального» в этих науках нет. Они проходят стандартные для многих наук фазы: роста и веры в свои безграничные возможности, т.е. возможность описать все (как у Лапласа с механикой)¹⁵, потом приходит успокоение и осознание своих границ.

6. Реализм в математике

Актуальность проблемы реализма в математике хорошо сформулировали Дэвиш и Херш: «Большинство из тех, кто писал по этому вопросу, по-видимому, согласно в том, что типичный работающий математик является платоником по рабочим дням и формалистом по выходным. Другими словами, когда он занят математикой, он убежден, что имеет дело с объективной реальностью, свойства которой он и пытается определить. Но когда от него требуют философского осмысления этой реальности, он находит, что проще делать вид, что он, в конечном итоге, не верит в нее» (приводится по [15]).

В статьях В.Я. Перминова и В.А. Бажанова, особенно у последнего, дано хорошее представление о математическом реализме, здесь дается краткий, но широкий обзор различных вариантов математического реализма от Платона до 20 в. Это позволяет

¹⁴ Тем более, что у него просматривается бэконовский взгляд на развитие науки как выявление закономерностей все более глубокого уровня (это относится и к «лестнице бытия» и к противопоставляемой ей «гипотезе однородного мироздания» [1, с. 332]), что после Юма, Канта и постпозитивизма представляется весьма сомнительным.

¹⁵ Именно сюда я бы отнес «универсальный эволюционизм».

более рельефно поставить проблему реальности по отношению к математике и на этом фоне развернуть свой вариант реализма: С.Н.Жаров путем разведения понятий бытия и реальности, В.А.Бажанов опираясь на современные натуралистические версии реализма, а В.Я.Перминов на основе симбиоза кантовских категорий (априорных форм рассудка) и марксовской деятельности.

«Ключевой вопрос, который разделяет реализм и антиреализм – это вопрос о модусе существования логико-математических объектов» [1, с. 268], - говорит В.А.Бажанов. «Логико-математическое исследование с позиций платонизма является *открытием* соответствующих объектов и их свойств» [1, с. 269]. «В этом смысле под математикой понимают науку о структурах, порядке и отношениях, возникшую в процессе развития практики вычислений, измерений и описания форм реальных и абстрактных объектов и отношений между ними и основанную на логических доказательствах и численных выкладках» [1, с. 270].

«Антиреализм (и его разновидности в виде номинализма) в общем случае склонны связывать логико-математическое исследование не с открытием, а с *конструированием* объектов и их свойств... причем в крайних случаях семантические соображения, относящиеся к понятию (математической) истины, могут заменяться альтернативными синтаксическими, типа свойств непротиворечивости» [1, с. 272]. Современный антиреализм Бажанов связывает с конструктивизмом и конвенционализмом, перечисляя множество его разновидностей [1, с. 280-281].

Спор реализма и антиреализма Бажанов предлагает решить с помощью вводимой им «идеи тройной детерминации», в которой «когнитивные способности субъекта логико-математического познания определяются не только его (настоящей и предшествующей) деятельностью, но и ее биологической предопределенностью, двойной (внешней и внутренней) детерминацией психики» [1, с. 284]. Эта «тройная детерминация» деятельности, «внешней» биологической эволюции в духе эволюционной эпистемологии и «внутренней» структуры мозга определяют «паттерны в смысле М.Резника», которые, как было указано выше, «представляют собой базисные. Элементарные образования, которые формируют математическую реальность» [1, с. 283].

Бажанов приводит ряд современных данных по исследованиям физиологии мозга, поведения младенцев и животных, сравнительной лингвистики, говорящих в пользу того, что «представления о числе онтогенетически обусловлены и не зависят от языковых способностей» [1, с.286]. Они «определяют «чувство числа»,

«протоматематическую интуицию», а «логико-математические языки оказываются как бы надстройкой, вторым этажом над теми нейробиологическими структурами, которые в результате синтеза данных восприятия и внешних конфигураций в конечном счете определяют компоненты математической реальности. Кроме того, и сам характер человеческой деятельности через свои нормативные компоненты определенным образом вносит свою лепту в формирование объектов этой реальности» [1, с.289].

В общем, эту концепцию, наверное, можно отнести к довольно популярным в последнее время «натуралистическим» концепциям [15]. Однако, мне представляется, что хотя социокультурные факторы надстраиваются над биологическими, но, как и в случае языка, именно социокультурные определяют специфику человека (биологические являются лишь важными условиями). Мне кажется, что вопрос о том, про что математика и насколько производны математические объекты относятся ко «второму этажу» и потому в статье остается открытым.

Концепция Перминова не относится к натуралистическим. Исходной точкой этого варианта являются априорные формы – категории – И.Канта и понятие деятельности К.Маркса. Автор пытается опереть первое на второе, за счет чего перейти от кантовского трансцендентального (каковыми у него являются априорные формы, включая категории) к трансцендентному, «к познанию мира самого по себе» [1, с. 242]. Категории, согласно Перминову, составляют онтологическую реальность, на которую и опирается математика. Так арифметика выводится им из «онтологического разделения единого и многого», рассматриваемых как «необходимых элементах деятельностной онтологии» [1, с. 245].

«Арифметика не отражение предметного мира (как у эмпириков. – А.Л.) и не система чистых фикций (как у конвенционалистов и формалистов. – А.Л.): в основе определения числа и арифметики в целом лежит онтологическое представление о связи единичности и множественности, выработанное деятельностью и имеющей для сознания статус безусловной истины... понятие числа дано человеческому сознанию однозначно, с абсолютной необходимостью» [1, с. 246].

«Евклидова геометрия несомненно априорна и реальна, ибо в системе своих первых понятий она описывает онтологическую идеализацию твердого тела (отличаемую от более поздней физической. – А.Л.), как необходимое представление... отражающее условие деятельности... глубинные черты реальности, определяющие возможность деятельности. Так же как и арифметика, евклидова геометрия реальна, она фиксирует в себе лишь другую сторону универсальной реальности» [1, с. 249-250].

Аналогичный взгляд Перминов развивает по отношению к логике. Характерное рассуждение выглядит так: «С деятельностной точки зрения... Причинность не только структура разума..., а прежде всего структура самой реальности, ибо в мире, в котором явления были бы полностью изолированы друг от друга и не находились бы в порождающей связи, деятельность была бы невозможна» [1, с. 240]. «Понятие реальности в действительности определяется деятельностью, т.е. практическим вмешательством человека в процессы природы» [1, с. 251]. «Несомненно, что только деятельностный анализ исходных интуиций математики позволяет отделить базовую, онтологически истинную математику (арифметику и евклидову геометрию. – А.Л.) от математики вторичной» [1, с. 252-253].

На этом основании он отделяет «первичную» математику в виде арифметики, евклидовой геометрии и аристотелевской логики, реальностью которой является философская онтология, от лишенной реальности «вторичной» (выделяемой как «абстрактной»), куда попадает вся современная математика.

Еще дальше от натурализма находится концепция Жарова. Она ближе к представлениям математиков о своей работе. «С одной стороны, было бы наивным отрицать конструктивный характер математических объектов и связанную с этим творческую свободу математического мышления. С другой стороны, у всякого, кто серьезно занимался математикой, неизбежно возникает ощущение, что ее структуры живут какой-то своей жизнью, независимой от нашего произвола. Иногда кажется, что математик только открывает то, что уже существовало...» [1, с. 26]. Он полагает, что «Математический объект обретает свое «быть» через включенность в систему отношений, которая в идеале должна быть приведена к системе аксиом. Но откуда берутся эти отношения?» [1, с. 27].

Чтобы ответить на этот вопрос он разводит понятия «бытие» и «реальность». «В онтологическом лексиконе, - говорит он, - ведущая роль принадлежит понятию *бытия*, возможного и действительного... Математик... в рамках своей науки практически не употребляет слово «реальность», а ставит вопрос о бытии (существовании), резервируя термин «реальность» для мира экспериментально изучаемых предметов. В свою очередь физик, как правило, обращается к понятию *реальности* (физической реальности)» [1, с. 6]. Далее, ссылаясь на Парменида, Платона, Хайдеггера, он «высвечивает» «качество, отличающее *бытие* от того, что мы сегодня называем *реальностью*. Реальность... так или иначе навязывает себя извне; в этом смысле она

рецептивна... В противоположность этому, бытие обнаруживает свою внутреннюю связь с нашей собственной глубиной, открываясь нам в мышлении и интуиции. Бытия может не хватать, зато реальность – всегда в наличии; бытие зовет, а реальное навязывает себя» [1, с. 9] «Реальностью оказывается существование вне ума... Для науки Нового времени (начиная с Ф.Бэкона, т.е. в эмпиристской традиции. – А.Л.) «реальность» оказалась более важной, чем старое «бытие»» [1, с. 11]. «В новой философии... понятие бытия вытесняется на периферию философской мысли», - цитирует он П.П. Гайденко [1, с. 12].

Реальность математики по Жарову связана с «умопостигаемым континуумом», принадлежащим сфере бытия. «Каким бы образом не трактовалось существование математического объекта..., он существует лишь в рамках строгой, логически выверенной системы» [1, с. 35]. Но он на этом не останавливается и задает вопрос: «*Каким должно быть бытие математического мира, чтобы он мог развиваться?*» [1, с. 35]. На этот вопрос он дает очень интересный ответ: «Чем усерднее мы будем стараться замкнуть наши логико-математические системы, тем скорее обнаружим в них то место, в котором они разомкнуты и откуда может начаться путь, ведущий к принципиально новым системам... эти предпосылки обнаруживают себя в виде парадоксов..., а попытки преодоления парадоксов выводят к новым математическим идеям» [1, с. 37].

Применение Жаровым понятия «бытия» к современной теоретической физике мне представляется менее целостным и интересным, там, с моей точки зрения, происходит попытка решения стандартных неадекватно поставленных вопросов, о которых я говорил выше.

В заключение этого обсуждения добавлю несколько своих соображений. Если сравнить историю и структуру математики с историей и структурой физики, то как и в физике, в математике можно выделить *классический период* в истории математики, как период, когда вводимые объекты опирались на очевидность. К этому периоду следует отнести, кроме арифметики и евклидовой геометрии, появление алгебры и математического анализа. *Неклассический период*, начинающийся в 19 в., характеризуется тем, что начинают вводить неочевидные первичные объекты, используя неявный тип их задания посредством системы аксиом. Но при этом сохраняется определенный тип кумулятивизма, новые разделы математики не только не противоречат старым, а тесно с ними связаны. Например, неевклидовы геометрии –

это геометрии. Тип работы этого неклассического периода отражают формалисты и структуралисты.

При этом исторически арифметика и евклидова геометрия, по-видимому, играют особую роль, но несколько в другом отношении, чем у Перминова.

В евклидовой геометрии впервые сложилась двухуровневая структура (описанная выше для физики). Исторически основанием евклидовой геометрии, по-видимому, послужило нечто типа манипуляции фигурами, но далее здесь возникла двухуровневая структура Евклида. Первый уровень состоял из первичных объектов: точки, прямой, плоскости,... и отношений между ними (расстояние, угол), которые закреплялись посредством аксиом. Второй уровень состоял из составленных из элементов первого уровня фигур и выведенных из аксиом теорем. Геометрия дает образец теории¹⁶, которая основывается на логике. Последняя задает определенный тип рациональности и является культурно-историческим продуктом античной цивилизации.

В арифметике, где в качестве первичного объекта выступало число, выкристаллизовалось понятие операции (сложение, вычитание, умножение, деление)¹⁷.

Беря от геометрии Евклида способ задания математических объектов и их свойств (отношений) с помощью системы аксиом, а от арифметики понятия элемента и операций, возникает теория множеств (считающаяся сегодня ядром математики¹⁸) и многообразие современных разделов математики со своими объектами.

Таким образом, в арифметике и евклидовой геометрии, схвачен тип математических объектов, которые в неклассический период начинают множиться.

Математическая реальность задается на первом уровне. Здесь рождаются (создаются) определенного типа формы (связей, элементов и структур). Создание новых математических объектов (новых форм) в силу наличия достаточно жестких, но не полностью отрефлектированных *правил*, весьма *ограничивает произвольность* новых объектов, что смещает ситуацию от конвенционализма (как в игре в шахматы) к реализму.

¹⁶ Теория (от греч. Theoria — рассмотрение, исследование) — совокупность высказываний, замкнутых относительно логического следования. Такое предельно общее и наиболее абстрактное определение Т. Дает логика. С логической точки зрения теорией можно назвать любое высказывание, рассматриваемое вместе с его логическими следствиями. [17].

¹⁷ «Бог создал число, а человек – все остальное» (Л.Кронекер) [1, с. 30].

¹⁸ «Попытки подойти к обоснованию реальности математики, исходя из теории множеств... проводится в настоящее время большинством математиков и философов», - говорит Перминов [1, с. 261-262].

Если брать аристотелевское деление на форму и материю, то математика – про форму. В новое время эта форма начинает использоваться как определенное средство и элемент конструкций (а не язык), как это показано на сх. 3, в различных возникающих в новое время науках.

Нам представляется, что математика развивается по своей логике, создавая множество разделов математики. Физика развивается по своей логике, где при создании нового раздела физики из математики заимствуются средства из того или иного раздела математики, которые становятся элементом создаваемой конструкции. *Математика в физике – элемент, средство*, хотя и активное¹⁹. Взаимодействие между физикой и математикой состоит во взаимном стимулировании. Так развитие физики часто стимулирует развитие, а иногда и создание того или иного раздела математики, с другой стороны физика зависит от того спектра математик, которые уже есть, их наличие облегчает развитие физики.

7. Натурфилософские и физикалистские соблазны

1. Некоторые статьи сборника дают повод обсудить ряд типичных «соблазнов». Первый из них – подмена анализа работы физиков цитатами из великих физиков, т.е. отступление от указанного выше предостережения А. Эйнштейна, что надо анализировать то, что физики-теоретики делают, а не то, что они об этом говорят, и предупреждения Э. Маха: «Всякий философ имеет свое домашнее естествознание, и всякий естествоиспытатель – свою домашнюю философию. Но эти домашние науки бывают в большинстве случаев несколько устаревшими, отсталыми» [16, с. 38].

Думаю, что использование в качестве аргумента фрагментов переписки великого физика Гейзенберга с великим философом Хайдеггером (Л.Г. Антипенко) подпадает под маховское предостережение. Правомерность отождествления времени как конечности человеческой жизни («исторического времени» у Антипенко) и физического времени [1, с. 220-222], и их соотношение вообще является не только неочевидным, но и очень сомнительным.

¹⁹ Наиболее яркий пример – понятие волны в среде, которое, думаю, тесно связано с математическим разложением Фурье

То же можно сказать про непосредственную связь термодинамической энтропии и информационной (ссылки на физика Брюллюэна [1, с. 206-208] для этого недостаточно)²⁰.

К такому же неадекватному натурфилософствованию я бы отнес рассуждения о «скважности» [1, с. 209-210, 215] пространства и различных типах времени и пространства в связи с обсуждением вопроса о соотношении пространства и «физического вакуума» в квантовой теории поля (КТП) [1, с. 208, 217]. «Физический вакуум» - это поле (квантовое) в состоянии, в котором отсутствуют возбужденные состояния, отвечающие частицам. Как и положено полю, как физическому объекту, оно находится в пространстве. Рассуждения о сложных взаимоотношениях между пространством и физическим вакуумом порождены словом «вакуум», которое здесь используется в двух разных смыслах: как пустое пространство и как «пустое» поле (при добавлении слова «физический»). Неклассичность КТП состоит в том, что элементарные частицы выступают и как частицы, и как состояния квантового поля. Это можно рассматривать как другую, чем в нерелятивистской квантовой механике форму корпускулярно-волнового дуализма.

Отметим, что в литературе часто похожая «терминологическая провокация» возникает с термином «виртуальные частицы». Они служат средством учета взаимодействия полей в виде операторов рождения и уничтожения частиц в уравнении движения КТП, и *принадлежат лишь математическому слою* (поэтому на них не распространяются законы сохранения), это продукт математической формы представления уравнения движения в виде ряда теории возмущений, а *не физические сущности*²¹. Но про эту принципиальную разницу между «частицей» и «виртуальной

²⁰ Обсуждаемая в физике проблема необратимости уравнений статистической физики – это динамическая необратимость, это проблема того, как из обратимых уравнений механики (динамики) исходной механической многочастичной модели получаются необратимые уравнения статистической физики. Но дело в том, что статистическая физика добавляет к механической многочастичной модели дополнительный постулат, типа «молекулярного хаоса», который и вводит эту необратимость [2]. Эту необратимость процессов в статистической физике и термодинамике часто называют «необратимостью времени», что мне представляется неадекватным натурфилософствованием (изобилующим совсем не очевидными «очевидностями»).

²¹ Представление «физических» частиц как «голых» частиц, окруженных «шубой» из «виртуальных частиц», или кишашего «виртуальными частицами» («облаченного» в [18]) «физического» вакуума, «флуктации вакуума» – все это образные выражения для описания особенностей работы метода теории возмущений, все это относится к математическому слою, в определенном смысле язык частиц здесь выступает как сленг для описания наиболее важных членов ряда теории возмущений [19, с. 456].

частицей» часто забывают (одна из причин – неразличение математического и модельного слоев), попадая в терминологическую ловушку.

Другой соблазн - физикализм (в лапласовском духе).

Его иллюстрацией может быть весьма интересное обсуждение в статье А.Д. Панова перспективы превзойти интеллект человека со стороны искусственного интеллекта (ИИ).

Автор начинает с анализа этой проблемы Роджером Пенроузом, который, сравнивая работу математика и компьютера представляет последний как конечный автомат²² и, в рамках по сути математико-логического доказательства, идущего, согласно Панову, далее теоремы Гёделя-Тьюринга, доказывает, «что мозг человека сам не является конечным автоматом, и аналогия «мозг – это компьютер», неверна» [1, с. 168]. «Содержание теоремы Пенроуза сводится к утверждению, что какой бы мощностью не обладало устройство имеющее архитектуру конечного автомата (компьютера в современном понимании), человеческое мышление имеет некоторые возможности, недоступные этому устройству» [1, с. 165].

«Значит причину невычислительной активности мозга надо искать в чем-то другом. Логически остаются две возможности: либо этим чем-то может быть особая физика, управляющая работой мозга, либо источник невычислительной активности лежит вне мозга» [1, с. 171].

«Пенроуз показывает, что... вся известная физика имеет вычислимый характер... *Квантовая физика не является исключением...* Мозгу мало быть просто квантовым компьютером... В основе работы мозга должна лежать еще не известная невычислимая физика!... эта неизвестная физика может быть напрямую связана с квантовой гравитацией... То есть мозг является не квантовым компьютером, а «квантово-гравитационным компьютером»» [1, с. 172-173]. Этот пассаж демонстрирует физикализм Пенроуза – он ищет ответ в физике, пусть еще неизвестной.

Панов вступает с ним в полемику в том плане, что уже существующая квантовая механика выходит за рамки вычислимости, поскольку в ней есть «таинственность» [1, с. 180]. Последнюю он иллюстрирует на ЭПР-эксперименте и его компьютерной

²² Это относится и к «нисходящим» способам программирования, под которыми «понимаются традиционные методы, основанные на процедурном программировании», так и к «восходящим» способам программирования, основанном на «самообучении» [1, с. 170-171]. Относящиеся к последним «использование искусственных нейронных сетей какой угодно сложности и любых других методов восходящего программирования вовсе не выводят за пределы понятия конечного автомата» [1, с. 171].

модели, доказывая невычислимость ЭПР-эксперимента (исходя из копенгагенской интерпретации, включающей тезис о коллапсе волновой функции).

Его резюме: «Отсюда практически неизбежно следует вывод, что мозг реализует некоторую существенную часть своей деятельности, как минимум, на квантовом уровне, но, может быть, в дополнении к этому в каких-то еще более экзотических формах (например, на уровне квантовой гравитации)» [1, с. 199]. Последняя, и у Пенроуза и у Панова, появляется как гипотетический новый раздел физики, в существование которого верят многие физики, т.е. как «темный чулан» – область неизвестного.

Такой физикализм, по сути лапласовского типа, не допускает качественных границ между неживым, живым и разумным (человеческим).

Сборник поднимает много интересных и актуальных проблем и дает богатую пищу для размышлений и обсуждений, а также представление о сути и уровне обсуждения этих проблем, как в отечественной, так и в мировой литературе по философии науки.

Литература

1. Проблема реальности в современном естествознании /ред. Е.А. Мамчур. М.: Канон, 2015.
2. Липкин А.И. Основания физики. Взгляд из теоретической физики. М.: УРСС, 2014.
3. Философия науки /ред. А.И. Липкин. М.: ЭКСМО, 2007. Гл7, 13, 14;2-е издание, переработанное и дополненное М.: ЭКСМО, 2007; М.: ЮРАЙТ, 2015, гл. 9, 15, 17.
4. Фок В.А. Критика взглядов Бора на квантовую механику // Успехи физических наук, 1951, XLV. 1, с. 3–14.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В 10 т. М.: Наука, 2001–2005.
6. Визгин Вл.П. Математизация науки // Философия науки /ред. А.И. Липкин. М.: ЭКСМО, 2007.
7. [Вигнер Е. Этюды о симметрии. М.: Мир, 1971;
8. Визгин Вл.П. Непостижимая эффективность аналитической механики в физике // Философия физики. Актуальные проблемы. Материалы научной конференции 17-18 июня 2010 г.-М., 2010.
9. Ballentine L.E. The Statistical Interpretation of Quantum Mechanics // Rev. Mod. Phys. 1970. Vol. 42. P. 358–381.

10. *Гринштейн Дж., Зайонц А.* Квантовый вызов. Современные исследования оснований квантовой механики. Долгопрудный: Интеллект, 2008.
11. *Dunn T.J., Walmsley I.A., Mukamel S.* Experimental Determination of the Quantum-Mechanical State of a Molecule Vibrational Mode Using Fluorescence Tomography // *Phys. Rev. Lett.* 74 884 (1995).
12. *Kurtsiefer Ch., Pfau T., Mlynek J.* Measurement of the Wigner function of an ensemble of helium atoms // *Nature.* 1997. Vol. 386/13. P. 150–153
13. *Клышко Д.Н., Липкин А.И.* О «коллапсе волновой функции», «квантовой теории измерений» и «непонимаемости» квантовой механики // *Электронный журнал «Исследовано в России».* 2000. Т. 53. С. 736–785. <http://zhurnal.apere-larn.ru/articles/2000/053.pdf>
14. *Липкин А.И.* Философия, математика, физика и синергетика у И.Пригожина (позиция конструктивного рационализма) // *Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов.* М.: Прогносс-Традиция, 2000, с. 434-452.
15. Шапошников В.А. Философия математики // *Философия науки* /ред. А.И. Липкин. 2-е издание, переработанное и дополненное М.: ЮРАЙТ, 2015. Гл. 20.
16. *Мах Э.* Познание и заблуждение: Очерки по психологии исследования. М., 2003.
17. *Философия: Энциклопедический словарь.* — М.: Гардарики. Под редакцией А.А. Ивина. 2004.
18. *Сигал И.* Математические проблемы релятивистской физики, М.: Мир, 1968.
19. *Пескин М.Е., Шрёдер Д.В.* Введение в квантовую теорию поля. М.: НИЦ «РХД», 2001.
20. *Григорьян А. Г., Зубов В.П.* Очерки развития основных понятий механики. М.: Наука, 1962.