
МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-2-131-143

РЕЛЯЦИОННАЯ ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИКИ К.Ф. ФОН ВАЙЦЕККЕРА

А.Ю. Севальников, А.В. Родина

Институт философии Российской академии наук

Работа посвящена ключевым идеям К.-Ф. фон Вайцеккера. В центре внимания находится его книга «Aufbau der Physik», посвященная построению единого физического знания. Утверждая, что квантовая механика является универсальной физической теорией, Вайцеккер ищет пути ее построения. Отталкиваясь от логики временных высказываний и вводя понятие Первоальтернативы (Ur-Alternativen), тесно связанной с понятием возможности, Вайцеккер приходит к построению квантовой теории. Он показывает, что на ее основе может быть получена теория относительности, выведена структура пространства, имеющая реляционный характер.

Ключевые слова: единство физики, теория, опыт, время, пространство, квантовая теория, теория относительности.

Уже в самом начале книги «Aufbau der Physik», в Предисловии, Вайцеккер ставит масштабную задачу. Речь идет о единстве физики, которое в XX веке стало раскрываться в совершенно неожиданной форме. Речь идет об особом «понимании» квантовой механики. Вайцеккер исходит из того, что квантовая механика является наиболее фундаментальной физической теорией. Он не без оснований считает, что из нее может быть выведена теория относительности, а также теория взаимодействия элементарных частиц. Если такая попытка увенчается успехом, то мы «еще на шаг», по словам Вайцеккера, приблизимся к единству физики, а на самом деле фактически и достигнем такого единства. Такое понимание единства, в свою очередь, может служить предпосылкой понимания его философского смысла с неизбежно вытекающим отсюда стремлением раскрытия единства действительности.

В начале своей книги Вайцеккер выделяет имена Альберта Эйнштейна, Нильса Бора и Вернера Гейзенберга. Хотя на страницах книги в объеме почти 700 страниц возникают десятки имен физиков и философов, но именно эти три фигуры являются ключевыми для понимания замысла всей книги. Автор

отмечает: «Эйнштейн был гением века. Теория относительности – результат его труда, благодаря ему нашла свою дорогу квантовая теория. Все более молодые шли по пути, проложенному результатами его исследований. Бор был мастером в постановке вопросов в атомной теории. Он проникал в области, к которым Эйнштейн был глух; завершение квантовой теории было выполнено его учениками. Гейзенберг с помощью квантовой механики сумел сделать первый шаг по твёрдой земле. Среди поколения завершителей квантовой теории он был *primus inter pares*. В качестве равных ему, пожалуй, можно назвать Дирака, Паули, Ферми. Возникновение новой физики было результатом коллективной работы» [1. S. 15].

Лично с Эйнштейном Вайцеккер никогда не встречался, он отмечает, что его величие он понимал от десятилетия к десятилетию все лучше и лучше. В физику автор приходит в 15 лет благодаря счастливому случаю, встретившись в Копенгагене с В. Гейзенбергом. «Он привёл меня в физику, научил меня ей как профессии и пониманию её красоты и стал другом на всю жизнь» [1. S. 16]. Нильс Бор в 19 лет открывает ему философское измерение физики. «Тем самым он дал мне то, что я искал в физике. На его примере я научился понимать, какое воздействие Сократ должен был оказывать на своих учеников» [1. S. 16].

Желанием понять квантовую механику Вайцеккер загорелся в апреле 1927 года, сразу после того, как Гейзенберг рассказал ему о принципе неопределенности, работа, которая тогда еще не была опубликована. По его же признанию, еще в 1954 году он не понимал квантовой механики. Он осознает, что понимание КМ должно быть связано с радикальным выходом за рамки классического мышления. В это же самое время он понимает, что такой выход должен осуществляться уже в рамках логики, и только в 1963 году, по его словам же, он сообразил, что речь должна идти о логике времени. Центральная же роль времени стала ясна ему еще в 1939 году, когда он работал над Вторым законом термодинамики. Путь к логическому обоснованию КМ был очень долгим. Только в 1971 году был опубликован промежуточный результат. Такой длинный путь объяснялся тремя обстоятельствами. Первый – это сама трудность самого предмета исследования. Второе, по словам автора, было связано с «узкими границами» его математических способностей. И третье, немаловажное, обстоятельство было связано с тем, что из его коллег практически никто не интересовался такой постановкой вопроса. По его же словам, «путь этих размышлений лежал в стороне от благополучного маршрута предметного исследования в физике. Даже Гейзенберг, который позволял мне постоянно сообщать ему о результатах и проблемах моей работы, говорил мне: «Ты на верном пути. Но я не могу тебе помочь. Я не могу мыслить настолько абстрактно» [1. S. 17].

Онтологический базис для такой работы давала философия. Вайцеккер – пример редкого человека в современном мире, который успешно совмещал профессиональную деятельность как физика-теоретика, так и философа. На страницах его работ мы видим полное погружение в работы и философские идеи Платона, Аристотеля, Декарта, Канта, Фреге, Хайдеггера, ряда других

философов. Именно здесь он и черпает основание для своего «Построения физики». Вайцзеккер озвучивает один из своих основных методов – метод «прохождения по кругу». На каждом новом этапе он возвращается к исходной тематике, но уже на более высоком и более абстрактном уровне. Если посмотреть на ту задачу, которую пытается решить Вайцзеккер, то вывод здесь один. Отталкиваясь от абсолютного непознаваемого парменидовского Единого, он пытается выстроить целостную картину физического мира. Это та же философская задача, которая стояла перед Платоном, Аристотелем и Кантом. Он пытается вывести структуру физического мира исходя из единых философских и физических предпосылок. Автор признается, что работа еще не закончена. Несмотря на масштабность, даже грандиозность работы, в целом это только проект, который еще ждет своего завершения.

Основная тема книги автора – понимание единства природы через единство физики. Историческим образом единства физики является последовательность или структура замкнутых теорий. Под замкнутой теорией, как и у Гейзенберга, понимается такая теория, которая не может быть улучшена при помощи небольших изменений. По мнению автора, наиболее всеохватывающей замкнутой теорией является квантовая теория. Такая теория строится в математической форме, применяемые при этом математические понятия получают физическое значение (семантику) за счёт применения того способа, каким обиходный язык описывает наши отношения с природой. Определённые фундаментальные высказывания теории характеризуются как законы природы. Автор задается вопросом – как возможна всеобщая, универсальная теория, которая находит свое подтверждение в опыте? В своем выводе он согласен с Кантом, что «закон вообще будет действовать в отношении определённого опыта, если в нём высказываются предпосылки всякого возможного опыта. Законы природы можно считать объяснёнными в том случае, если нам удаётся свести их к предпосылкам опыта.

Опыт означает, что, исходя из прошлого, мы узнаём о будущем. Время в его модусах настоящего, прошлого и будущего есть тем самым предпосылка опыта. Мы пытаемся построить всю физику, исходя из модусов времени» [1. S. 29].

Такая грандиозная задача распадается на две части. Первое, это вывод такой универсальной, то есть квантовой теории. Квантовую механику (КМ) Вайцзеккер пытается обосновать с помощью «логики временных высказываний». Исходным пунктом для Вайцзеккера в свое время явился анализ бальмановского обоснования второго закона механики с помощью статистической механики. Это обоснование лишь тогда оказывается непротиворечивым, когда понятие вероятности применяется в нём исключительно к будущим событиям. «Исходя из соображений непротиворечивости, можно затем впоследствии показать, что фактичность прошлого и открытость будущего (в виде существования документов прошлого, но не будущего) уже следует из необратимости событий, согласно Второму основному закону. Однако различие Сейчас прошлого и Сейчас будущего моментов времени невозможно реконструировать из их формы в соответствии с законами природы, действующими

для каждого момента времени. Как ни странно, существует сильное эмоциональное противостояние почти всех физиков этому выводу» [1. S. 31]. По Вайцзеккеру, эволюция и термодинамическая необратимость оказываются необходимыми статистическими следствиями одной и той же структуры времени – именно различия осуществлённой фактичности и будущей возможности. Так, в структуру теории входят понятия возможности, вероятности и модальности.

Ключевым для Вайцзеккера является здесь понятие «бинарной альтернативы», то есть общее состояние системы, которое допускает два взаимно исключающих друг друга состояния. С точки зрения логики – это «состояние «да-нет» одновременно, с точки зрения квантовой механики – это абстрактное представление простейшего двоичного принципа суперпозиции состояний. Вайцзеккер вводит и различает абстрактную квантовую механику и конкретную квантовую механику. Абстрактной квантовой теорией он называет общие законы квантовой теории, например, в той математической форме, в которую её привёл Дж. ф. Нейман. Эту теорию он называет абстрактной, поскольку она имеет универсальное действие для всех произвольно взятых объектов. В ней ничего не говорится о существовании (эмпирически трёхмерного) пространства местоположений, тел или материальных точек, и об особых силах, действующих между объектами. Ввиду этой её общезначимости она рассматривается как такая теория вероятности, которая от классической теории вероятности отличается только выбором лежащей в основе решётки высказываний. На эту решётку указывает так называемая квантовая логика. От абстрактной квантовой теории он переходит к конкретной квантовой теории, теории конкретно существующих объектов.

Принципиально важным является тот факт, и это сильно коррелирует с нашим пониманием квантовой теории, что из такого рода представлений вытекает не первичность структуры пространства-времени. По словам Вайцзеккера, он понял это впервые на рубеже 1953–1954-х годов, что активно обсуждалось, в частности, и с Гейзенбергом. Программа построения физики у Вайцзеккера заслуживает самого пристального внимания. Философское обоснование физики является для него ключевым. Первые поиски в этом направлении у него возникают еще в 1930-е годы, а двадцать лет спустя у него является уже развернутая программа обоснования и построения целостного и единого здания всей физики. Предоставим слово самому автору. «Весной 1954-го года я выдвинул гипотезу, которую можно подразделить на три опирающихся друг на друга утверждения. Сейчас их можно было бы сформулировать следующим образом:

1. Ядром квантовой теории служит неклассическая логика.

2. Применение этой логики к её собственным высказываниям определяет способ так называемого вторичного или многократного квантования.

3. Применение этого способа к формально самым простым из возможных вопросов – бинарным альтернативам – даёт квантово-теоретическое объяснение трёхмерности пространства и, кроме того, релятивистской структуры пространства-времени и релятивистской теории поля» [1. S. 319].

К логике временных высказываний мы вернемся чуть позднее. Путь, который прошел сам Вайцзеккер, это некоторый «круг», его жизнь находит воплощение в его философском методе «прохождения по кругу» – на каждом новом этапе он возвращается к той же самой проблеме, только на более высоком уровне. Толчком к этим размышлениям и выводам, сформулированным выше, послужили три работы Гейзенберга 1936–1938 годов, посвященные проблеме наименьшей длины в квантовой теории. Эти работы вывели его к идее изменения геометрии в микромире: «В последующие годы я некоторое время посвятил вопросу о том, не могла ли потребовать наименьшая длина математического изменения геометрии в микромире так же, как оказались необходимыми для общей теории относительности изменение геометрии в макромире и для квантовой теории переход к некоммутативной алгебре (1951). **При этом возникла идея подчинить квантовой теории саму геометрию бесконечно малого физического пространства** (выделено нами. – А.С., А.Р.). Например, не должен ли вопрос о том, являются ли наблюдаемые две точки пространства тождественными или различными, представлять собой квантово-теоретическую альтернативу, разрешение которой можно было бы прогнозировать лишь с некоторой вероятностью» [1. S. 320].

Важно отметить то, что уже здесь рождается идея непервичности пространства и подчинения его квантово-механическим закономерностям. Это первое. Второе замечание следующее, тонкий штрих, которого касается Вайцзеккер, и он касается различимости двух точек пространства. Этот вопрос фундаментальный. И он может быть рассмотрен как с точки зрения классической механики, так и теории относительности и квантовой механики. В только что процитированном отрывке Вайцзеккер рассматривает проблему только с позиции КМ. В квантовой механике координате пространства соответствует оператор. Когда встает вопрос о различимости двух точек пространства, встает вопрос о соответствующей эмпирической процедуре, с помощью которой может быть произведено различие (или тождество) двух точек пространства. И если мы вспоминаем действенность принципа неопределенности Гейзенберга, то становится понятным сложность ответа на этот вопрос. Кроме того, существует вопрос о квантовой альтернативе, когда мы можем различить две точки пространства или нет. Здесь мы опять выходим на некоторую эмпирическую процедуру.

Если не касаться КМ, то вопрос о различимости двух точек приводит автора в конечном итоге к понятию реляционного пространства. Покажем логику рассуждений Вайцзеккера. Сначала он касается историко-философских аспектов проблемы, связанных, конечно, напрямую с физикой. Он отмечает, что изначально «исторически представлены абсолютистское и релятивистское понимание движения. К абсолютистской традиции среди прочих можно причислить Птолема, Коперника, Кеплера, Галилея, Ньютона, к релятивистской – Кузанского, Беллармина, Лейбница, Маха. Интенция Эйнштейна была релятивистской, его результат содержал элементы абсолютистского понимания. Вопрос, прежде всего, заключается в том, что представляет собой тот словарный состав, с помощью которого выносилось решение в этом споре» [1. S. 256–257].

Начиная со времени Клавдия Птолемея спор между геоцентрической и гелиоцентрической системами, прежде всего, наивно предполагал, что уже известно, что представляют собой покой и движение; и поэтому он был наивно-внутриабсолютистским. «Из этого состояния наивности Николай Кузанский (Кузанец) вышел уже где-то в 1450 году. Он считал мир бесконечным. Тогда в самом образе мира не существовал (как это было прежде в образе хрустальных сфер и покоящегося центрального тела) критерий покоя и движения. Следовательно, движение по определению оказывается только движением тел относительно друг друга. В 1615 году кардинал Беллармин это понимал. Он позволил Галилею излагать систему Коперника как математическую гипотезу, но не как истину. «Гипотеза» означает в данном случае не «предположение», а «приписывание»; используя слово «модель», мы приближаемся к тому способу выражения, который был желателен для Беллармина. Беллармин давно уже мог размышлять над идеей относительности движения. Одни и те же движения могли по желанию описываться как геоцентрические или гелиоцентрические» [1. S. 257]. Анализируя всю проблематику спора между гео- и гелиоцентрической системами, он не затронул сердцевины релятивистской аргументации, в которой утверждается, что уже *вопрос* о том, какая из этих двух моделей правильная, является бессмысленным. Если мы рассматриваем мир как конечный шар, то можно ещё надеяться на описание движения внутри этого шара как «истинного». Победа же веры в бесконечный универсум исключила и этот аргумент. Вайцеккер отмечает, что, несмотря на то, что утвердилось понимание мира как бесконечного, это не привело к победе реляционной философии, «кинематическое описание пожелало быть конвенциональным. Динамика же переняла из модели Коперника только «разумное», то есть, прежде всего, простую форму. Что же тогда, согласно сегодняшнему мнению, является субстанцией этого образа мышления?» [1. S. 258–259].

Вайцеккер касается сначала онтологической подоплёки этого спора. Он отмечает, что речь идёт о взаимоотношении между материей и пространством, при этом необходимо различить монистическое и дуалистическое понимание этого отношения. Абсолютистская позиция Ньютона является *дуалистической*: согласно Ньютону, существует абсолютное пространство и тела в пространстве. Наоборот, тенденция реляционной парадигмы является монистической. Согласно Лейбницу и Маху, в физической манере говорить существуют только тела; их пространственные отношения оказываются тогда следствием их определяющего признака – протяжённости. Интенция Эйнштейна следовала интенции Маха; она была монистической.

«Более философски образованный, чем его противник, Лейбниц мыслил в рамках отношения субстанции и атрибута, выражаясь логически, отношения субъекта и предиката. Это тот дуализм, от которого ни физик, ни логик никогда не смогут избавиться. В логическом отношении (говоря современным языком) класс – это предикат и его следует отличать от его элементов как субъектов, которым присущ этот предикат... В физике, кроме того, можно различать сущностные предикаты и контингентные предикаты. Сущностные

предикаты характеризуют физический объект (логический субъект высказываний). Например, в классической механике материальная точка является объектом, который обладает массой, местоположением и импульсом и больше ничем в качестве атрибутов. Причём значение массы является сущностным предикатом соответствующей индивидуальной материальной точки; понятие «масса» является сущностным предикатом понятия «материальная точка». Сущностный предикат понятия является классом контингентных предикатов. Так, масса – это класс возможных значений массы. Аналогично для каждой материальной точки местоположение в качестве сущностного предиката оказывается классом его возможных значений; материальная точка – «это объект, который имеет некоторое местоположение». Точно так же в отношении импульса. Квантовая теория ещё раз разделяет атрибуты объекта на два различных основных класса: наблюдаемые и состояния» [1. S. 259].

В понимании Лейбница пространство выступает как сущностный предикат тела и к тому же как отношение (на языке Рассела: как двуместный предикат). Тела имеют относительные положения. Таким образом, неизбежный дуализм между телами и такими пространственными данными, как расстояние и направление, уже содержится в дуализме субстанции и атрибута. В результате Лейбниц приходит к выводу, что с философской точки зрения дуализм субстанций – тела и пространства – оказывается лишним. Ньютон отказывается от слова «субстанция» для пространства, но логически он трактует пространство и время как субстанции («сущности»). Если пространство, согласно Лейбницу, нужно было понимать как совокупность *отношений* между телами, то физический смысл относительности, на самом деле, должен был бы быть решающим для этого спора. У Лейбница были хорошие основания в пользу *относительности местоположения*. Он приводил следующий аргумент в переписке с Кларком, что действительный мир идентичен точно такому же миру, но сдвинутому на 10 миль вправо; для этого он ссылается на свой постулат идентичности неразличимого. Кларк отвечал на это: поскольку сэр Исаак Ньютон доказал существование абсолютного пространства, постольку эти два мира объективно различны. Лейбниц ссылался на принцип достаточного основания: почему Бог должен был создать мир, скорее, здесь, чем там. Кларк возразил, что существует достаточное основание: воля Бога. Лейбницу пришлось ответить, что Бог никогда не действует произвольно, но всегда в соответствии с разумными основаниями.

«Говоря современным языком: относительно группы преобразований евклидова пространства не существует никакого геометрического различия между двумя местоположениями. А *относительность равномерного прямолинейного движения* была известна уже Галилею. На равномерно плывущем корабле механика, в частности закон свободного падения, имеет ту же форму, что и на покоящейся земле. Ньютон пришёл к решению с помощью не философских, а математически-эмпирических аргументов. Ньютон увидел, что его закон движения в математическом отношении не допускает *относительности ускоренного движения*, и он подтвердил это эмпирически с помощью эксперимента с сосудом. В нашем столетии положение об относительности

равномерного движения приобрело свой вполне окончательный вид в специальной теории относительности Эйнштейна, и проблема ускоренного движения была им заново сформулирована в общей теории относительности» [1. S. 260–261].

Предварительное понимание для специальной теории относительности содержит, среди прочего, евклидову геометрию и механику Ньютона и их связь. Как отмечает Вайцзеккер, «физическая аксиоматика в основу евклидовой геометрии закладывает операции Гельмгольца–Динглера с твёрдыми телами. Она обосновывает шестипараметрическую евклидову группу трёхмерных вещественных вращений и переносов. Классическая механика, как выяснилось к концу XIX века при постановке вопроса с точки зрения теории групп (Л. Ланге), добавляет к евклидовой группе четырёхпараметрическое расширение, состоящее из преобразований, которые содержат время. Однопараметрическая подгруппа временных сдвигов, которая выражает гомогенность времени, чаще всего с лёгкостью воспринималась в качестве формулировки предположения, что всегда действуют одни и те же законы природы. В противоположность этому «непосредственно сами преобразования Галилея», которые преобразовывали инерционные системы из одной в другую, содержали особый принцип относительности, который вызывал много философских дискуссий» [1. S. 261].

Как далее отмечает Вайцзеккер, исторически эти дискуссии протекали в две фазы, которые можно различить как фазу до Эйнштейна и фазу после Эйнштейна. До Эйнштейна принцип относительности представлялся обоснованным в качестве общего принципа природы только тогда, когда классическая механика рассматривалась как фундаментальная наука о природе; эту предпосылку можно также охарактеризовать как механическую картину мира. В свете этой предпосылки относительность движения обсуждалась и подвергалась обсуждению, например, Лейбницем (в противостоянии с Кларком, то есть Ньютоном), Кантом (в «Метафизических началах естествознания») и Махом (равным образом в противостоянии Ньютоном). Однако физика XIX столетия уходила от трудностей этой проблемы, главным образом, за счёт предположения об особой покоящейся в пространстве субстанции – световом эфире. Поэтому только опыт Майкельсона, соответственно, истолкование этого опыта Эйнштейном, теперь уже с помощью группы Лоренца, сделали эту философскую проблему неизбежной. Впервые у Эйнштейна специальный принцип относительности из правила, действующего, фактически для определённых феноменов, превратился в неотъемлемую составляющую изысканного описания пространства и времени. Эйнштейн мог с полным правом признать, что тем самым интенция названных философов (прежде всего Маха и, возможно, Лейбница; с точкой зрения Канта на относительность движения он, очевидно, не был знаком) впервые получила точное физическое оформление. И всё же это оформление содержало с философской точки зрения одну проблему, на которую Эйнштейн обратил внимание сразу же после разработки специальной теории относительности. Специальный принцип относительности отрицает существование абсолютного пространства, но всё же не отменяет предположения об общей относительности движений.

Проблемность существования абсолютного пространства Вайцзеккер показывает на следующем примере: аксиому о тождественности точки, когда считается, что в пространстве на протяжении заданного отрезка времени она одна и та же, нельзя проверить. Представим, что мы последовательно несколько раз указываем на какую-нибудь точку, но не можем точно знать, что эта точка одна и та же. Группа движений (относительно нее законы движения остаются инвариантными) преобразует описание состояния покоя в данной точке в такое, где это тело движется с постоянной скоростью по прямолинейной траектории, которую эту точку проходит в определённый момент времени.

По мнению Эйнштейна, время и пространство не могут быть абсолютными, в отличие от пространства Минковского, представленного в виде четырёхмерного пространственно-временного континуума. В теоретических взглядах Эйнштейна, а именно в общей и специальной теории относительности мировая точка, по-другому – «событие», представлена как объект, вполне подлежащий идентификации. Опять же данное обстоятельство не утверждается, а воспринимается в качестве мнимо очевидного. Исходя из этого, многообразие моментов времени, как и многообразие точек в пространстве, в инерциальной системе представляется как особая, упорядоченная конвенциональная схема упорядочения в некотором неконвенциональном многообразии событий.

Для обоснования физической геометрии, как и необъективного характера абсолютных скоростей, оказывается важной объективность абсолютных ускорений в классической механике и в СТО. Преобразования Галилея, как это отчётливо видел Ньютон и показал в мысленном эксперименте с сосудом, находящемся в покоящемся и движущемся корабле, выражают не общую относительность движения, а следствие особого динамического закона – закона инерции. «Из факта, что ньютоновское уравнение движения содержит производную по времени второго порядка, проистекает следствие, что только скорости, но не ускорения, могут восприниматься как относительные. Этот совершенно нетривиальный факт сегодня охотнее всего увязывают с тем, что уравнение Ньютона является эйлеровым уравнением для евклидова инвариантного вариационного принципа. Непрояснённая эта проблема стала для Эйнштейна поводом для поиска в направлении общей теории относительности» [1. S. 265–266].

Если говорить языком Т. Куна, то прочным ядром принципа галилеевой относительности классической механики является эмпирический факт закона инерции. Если мы его постулируем как закон природы, то объективной реальностью обладают не точки в пространстве, а траектории движения. То есть с помощью тела можно объективно пометить не остающуюся идентичной во времени точку пространства, а траекторию движения по инерции. Кроме того, закон инерции можно воспринимать как следствие постулированного принципа относительности в природе.

Прочным ядром СТО является эмпирический факт отрицательного результата опыта Майкельсона. Если утверждают, что два постулата СТО

отображают законы природы, то абсолютная скорость аппарата Майкельсона не является объективной реальностью. Результат, полученный в опытах Майкельсона, – это следствие постулированных принципов. Далее Вайцеккер вновь возвращается к теме различия пространства и времени. «В противоположность часто цитируемому, но неточному выражению Минковского, следует отметить, что специальная теория относительности вообще не упраздняет различие пространства и времени. Не существующие объективно точки пространства и так же объективно не существующие моменты времени объединяются (согласно специальной теории относительности) в объективно существующие “события”, которые заполняют четырёхмерный пространственно-временной континуум. Однако из-за неопределённого характера метрики Минковского для пространственно-временного континуума невозможно времени-подобные прямые (а значит, возможные траектории движения по инерции) преобразовать в пространственно-подобные прямые и наоборот. Также невозможно положительный световой конус с помощью непрерывного преобразования перевести в отрицательный; то есть различие прошлого и будущего также оказывается инвариантным относительно преобразований Лоренца» [1. S. 266].

Если резюмировать детальный анализ Вайцеккера, то можно выделить две ключевые идеи. Пространство не носит первичного, абсолютного характера, а время же является выделенным. При этом оно имеет некоторую структуру. Выделение *прошлого*, *настоящего* и *будущего* вовсе не носит *субъективного* характера, как полагает большинство физиков, а отображает его сущностный характер. Здесь мы полностью солидарны с выводами Вайцеккера. Структура времени тесно связана с процессом становления сущего, актуализации одного из возможных состояний квантовой первоальтернативы (Uralternative), из чего, как показал Вайцеккер, можно получить структуру пространства-времени. Он пишет: «Моё сегодняшнее понимание философской проблемы физической геометрии (1974) включает ожидание, что теория первоальтернатив действительно позволит вывести математическую структуру пространственно-временного континуума из квантовой теории. Оно перевёртывает традиционное понимание, согласно которому пространственно-временная структура не зависит от квантовой теории и для неё является уже заданной. Для того чтобы вообще можно было приступить к решению этого вопроса, было необходимо понять степень общности квантовой теории. Из этого исходила “попытка понимания квантовой теории”, в результате которой и появились три упомянутые здесь работы. Конкретно осуществление этой попытки было инициировано в рамках семинара зимой 1953–1954 годов, в котором принимали участие не только Шайбе и Зюсман, но, по моим воспоминаниям, также Гейзенберг и Миттельштедт, и на котором мы обсуждали “попытку изменения квантовой теории”» [1. S. 321]. Здесь не случайно упомянуты Гейзенберг и Миттельштедт. Первые наброски на такое возможное понимание пространства можно найти в книге Гейзенберга «Порядок действительности» (“Ordnung der Wirklichkeit”), которая, к сожалению, пока не вышла на русском языке и в данный момент готовится нами к изданию.

Миттельштедт, идеи, аналогичные Вайцзеккеру, развивал независимо, также уделяя пристальное внимание логике. Совершенно независимо от них к аналогичным идеям пришел Финкельштейн. Свою статью о возможности вывода структуры пространства-времени, опираясь на квантовые идеи, относится к 1968 году [2] (работа была завершена в 1968 году, а опубликована в 1969 г.). Первая же публикация Вайцзеккера была выполнена на 10 лет раньше, в 1958 году. Все три автора – Вайцзеккер, Миттельштедт и Финкельштейн – используют логику в своих построениях. Остановимся очень кратко на логике Вайцзеккера.

Временные высказывания составляют основу данной логики. Прошлое предстает в высказываниях о свершившемся, всегда подтверждаемом с помощью указания на документы, «факты», «результаты измерения». Настоящее описывают высказывания о настоящем. Будущее – в рамках этой логики связано с высказываниями о будущем, которые реализуются в форме модальности необходимого или возможного. Систематическое построение физики требует, по мнению Вайцзеккера, прежде всего, чтобы была разработана полная логика временных высказываний, и только затем на ней уже должна основываться физическая теория. Он указывает, что невозможно построить и изложить физику в адекватных понятиях, без понимания структуры времени и ее выделенного характера. Он настаивает на том, что время в методическом отношении заложено в основе физики, поскольку она является опытной наукой. Содержание физических законов *всегда* связано со временем. Отдельное наблюдение совершают в то или иное определенное время, и корректный протокол проведения эксперимента всегда содержит указание времени его осуществления. Итак, физика – это наука, которая базируется на опыте. Но что представляет собой опыт? Опыт в обыденном смысле – это знание, которое получает субъект при непосредственном восприятии реальности.

Для эмпирической науки характерно систематическое наблюдение за объектом исследования. Мы проводим в какое-то время *наблюдение* и фиксируем его результаты. После акта наблюдения наблюдаемое уходит в прошлое. Без наблюдений невозможно сделать вывод о том или ином законе, который гласит, что за одним явлением обязательно следует другое явление. Мы берем на себя ответственность предугадывать, что случится в будущем. Затем, когда оно наступает, нам открывается, были ли верны предсказания. С развитием науки связано появление более глубоких теорий, когда на основе выявленных законов в опыте проверяется прогностика в рамках конкретного опыта.

Под временем люди обычно понимают неуловимую структуру настоящего, в котором будущее постоянно трансформируется в прошлое, которое нельзя повернуть вспять, но сохраняется в виде воспоминания и опыта. Что такое время, в какой-то мере осознает каждый из нас, так как все понимают значения слов «сейчас», «скоро», «когда-то», «делать», «опыт», «предсказание» и т. д. В физике, на первый взгляд, кажется, что решить проблему отсутствия четкой формулировки понятия «время» можно путем введения времени как *параметра*. На самом деле, это не так. Дело в том, что уравнения физики не дают возможности определить, какой именно момент времени

принимается за момент настоящего. Количественные соотношения, выраженные в законах физики, не отражают качественных различий между неизменными фактами прошлого и потенциальными событиями будущего. По этой причине большинство физиков придерживаются мнения о том, что понятия настоящего, будущего и прошлого необходимо убрать из «объективного» описания природы как «лишь субъективные».

«Квантовая логика», о которой говорит Вайцеккер, опирается на квантовую теорию, та, в свою очередь, неотделима от опыта, а итоги опытов, если мы их выражаем в рамках той или иной науки, предполагают наличие логического компонента. Таким образом, «квантовая логика» основывается на логике, тесно связанной с логикой временных высказываний. Такая логика является неклассической логикой. Темпоральная логика Вайцеккера не лишена некоторых серьезных недостатков, некоторые правила вывода в книге, используемые Вайцеккером, могут быть оспорены, присутствуют общие недочеты, хотя маститый физик-теоретик явно имеет высококвалифицированное понимание временной логики. Он знаком с трудами А.Н. Прайора, с его именем связано возникновение темпоральной логики в начале 1950-х годов, также он неоднократно цитирует Лоренцена. Вайцеккер как раз застал то время, когда начала оформляться темпоральная логика. Однако мы не будем концентрироваться на недостатках его логики, а только на самом методическом подходе автора. Логика у Вайцеккера становится, прежде всего, фундаментом его систематического построения физики. Он закладывает логику в основу физики как науки о времени, создает своеобразный синтез временной логики и физического познания.

Временная структура, согласно Вайцеккеру, является предварительным условием опыта любого вида. Рассматривая структуру времени, Вайцеккер говорит о существенном различии прошлого, настоящего и будущего. Временная логика выстраивает формализованные высказывания о будущем. В темпоральной логике на первый план выходит момент проверки высказывания в отличие от классической логики. Временная структура, по Вайцеккеру, является предварительным условием опыта любого вида. В конкретный момент высказывание может быть истинным или ложным, но не одновременно. В нетемпоральных логиках высказывание со временем не изменяется, во временных – важен, напротив, момент проверки самого высказывания. Временная логика выстраивает формализованные высказывания о будущем. Будущее же тесно связано с возможностью и вероятностью. Неопределенные состояния оператора, по сути – бинарные альтернативы, интерпретируются как вероятностные. Вероятность квантифицирует значение, придает результату численное, количественное выражение. Квантовая логика выводится из квантовой механики, наделяя операторы 0 или 1 логическими понятиями «да» или «нет». Отталкиваясь от простейшей бинарной альтернативы, то есть по сути изначально неопределенного состояния, переходящего в определенное, наблюдаемое состояние, Вайцеккер разворачивает масштабную программу построения физики. Он показывает возможность построения не только пространства-времени, но и теории элементарных частиц. Заметим, что такая

программа во многом напоминает выводы бинарной геометрофизики Ю.С. Владимирова.

Еще раз подчеркнем, что эта работа Вайцзеккера носит во многом программный характер. Сам Вайцзеккер признавал, что он не успевает завершить намеченную работу. Исходя не только из такой незавершенности, но и касаясь многих принципиальных положений этой работы, можно задать автору и ряд критических вопросов. В данный момент мы не будем касаться критики данной работы, хотя вопросов, по мере знакомства с книгой автора, возникает немалое количество. Отметим, что развиваемый подход оказывается во многом созвучным и нашему подходу, когда мы разделяем возможное и актуальное, и актуализация возможности тесно связана с ходом времени. Вайцзеккер использует несколько иную терминологию, но, по существу, говорит то же самое. Во многом наши подходы оказываются взимодополнительными. И интересно, что Вайцзеккер, когда рассуждает об онтологии, ставит вопрос, как он признается, не имеющий ответа, каким образом вероятность превращается в актуальное. Мы же в своих работах останавливались не раз именно на этом аспекте и его этого касаться не будем.

В заключение отметим, что это первая работа, посвященная трудам К.Ф. фон Вайцзеккера. В дальнейшем мы планируем более детально остановиться на его масштабной программе построения современной физики, которая на данный момент является, наверное, одной из ключевых проблем современной физики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Carl Friedrich von Weizsäcker. Aufbau der Physik.* München, Carl Hanser Verlag, 1985. ISBN 3-446-14142-1.
2. *David Finkelstein. Space-Time Code // Physical Review.* 1969. 184 (5). P. 1261–1271.

K.F. VON WEIZSÄCKER'S RELATIONAL PROGRAMME TO BUILD PHYSICS

A.Yu. Sevalnikov, A.V. Rodina

Institute of Philosophy, RAS

This paper is devoted to the key ideas of K. F. von Weizsäcker. His book “Aufbau der Physik”, which is dedicated to building a unified physical theory, is in the focus. Confirming that quantum mechanics is a universal physical theory, Weizsäcker is looking for ways to construct it. Based on the logic of temporary statements, introducing the concept of the Uralternative, Weizsäcker comes to the construction of quantum theory. He shows that on its basis the theory of relativity can be obtained, the structure of space with a relational character can be deduced.

Keywords: unity of physics, theory, experience, time, space, quantum theory.