

ВРЕМЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ МИРА: ЕДИНАЯ ФИЗИКА К.-Ф. ФОН ВАЙЦЕККЕРА

Севальников Андрей Юрьевич – доктор философских наук, главный научный сотрудник. Институт философии РАН. Российская Федерация, 109240, г. Москва, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1; e-mail: sevalnicov@rambler.ru



Статья посвящена проблеме времени в современной науке, где за последние годы произошли серьезные изменения, связанные с последними открытиями в области обоснования квантовой теории. Автор обращается к малоизвестным русскоязычному читателю работам К.-Ф. фон Вайцеккера, который развертывает масштабную программу построения современной физики, опираясь при этом (не только как физик, но и как философ) на тематику философского обоснования постулатов современной физики (прежде всего квантовой механики). Ключевой его тезис состоит в том, что феномен времени в физике носит принципиально выделенный характер, что позволяет иначе представить всю физику как целостную научную дисциплину. Отталкиваясь от темпоральной логики, вводя понятие возможности и вероятности, он предлагает свой вариант обоснования квантовой механики. Кроме того, он показывает, что, исходя из структурной организации ее содержания, мы можем прийти к теории относительности. Пространственно-временная структура реальности приобретает, таким образом, реляционный характер, как это понимали Лейбниц, Мах и Эйнштейн.

Ключевые слова: единая физическая теория время, структура времени, квантовая логика, бинарные альтернативы, квантовая механика, реляционное пространство

TIME IN THE PHYSICAL PICTURE OF THE WORLD: UNIFIED PHYSICS OF K.-F. VON WEIZSÄCKER

Andrey Yu. Sevalnikov – DSc in Philosophy, Chief Research Fellow. Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences. Goncharnaya Str. 12/1, Moscow, 109240, Russian Federation; e-mail: sevalnicov@rambler.ru

The article is devoted to the problem of time in modern science, where in recent years there have been major changes related to the latest discoveries in the field of the foundations of quantum theory. The author refers to works of K.-F. von Weizsäcker (which works are not well-known in Russian-speaking field). Weizsäcker deploys a large-scale program of building modern physics, while starting (not only as a physicist, but also a professional philosopher) with questions of philosophical interpretation of postulates of modern physics, especially quantum mechanics. His key thesis is that time in physics is fundamentally distinct, which represents the whole physics as an integral scientific discipline. Weizsäcker comes from physical and philosophical reflections, that give a special value to his work. Analyzing the conclusions of theoretical physics, namely the issues of substantiation of statistical mechanics, thermodynamics, and, above all, quantum mechanics, Weizsäcker comes to the key idea of the structure of time in the substantiation of physical theory. The author in this conclusion disagrees with the opinion of most modern physicists that time has a subjective character, and the modus of the past, present and future reflects its essential character. The allocation of



the time structure requires special logic. Such a logic is temporal and quantum. Starting from temporal logic, introducing the concept of possibility and probability, he comes to the substantiation of quantum mechanics. Being modal logic, it is based on the concept of possibility and probability. Key concept for Weizsäcker is a binary alternative (Uralternative), closely related to the principle of superposition in quantum mechanics. By introducing the concept of certain alternatives, essentially actualized alternatives, Weizsäcker shows how one can get the theory of relativity with its space-time structure. Further, he shows that based on its structure, you can get the theory of relativity. The space-time structure in this case is secondary, relational, as understood by Leibniz, Mach, and Einstein.

Keywords: time, past, present, future, eternity, modality, possibility, probability, quantum mechanics, unified physical theory of time, structure of time, quantum logic, binary alternatives, quantum mechanics

Эта работа связана с рядом новых прорывных открытий в квантовой механике, демонстрирующих «необычность» хода времени. Одним из первых, кто обратил внимание на особый и выделенный характер времени в квантовой теории, был немецкий физик-теоретик и философ Карл Фридрих фон Вайцзеккер. Его идеи нашли отражение в фундаментальном труде «Aufbau der Physik» (1985) – «Построение физики».

Вайцзеккер создает масштабную программу построения единой системы физического знания. Он отмечает, что к моменту начала написания книги, т.е. к 80-м гг. прошлого века, квантовая механика имела массу эмпирических фактов, подтверждающих ее правоту, и не было ни одного эксперимента, где бы нарушались ее предсказания. Он ставит вопрос – как возможна такая всеобщая, универсальная теория, которая находит подтверждение в опыте? Он согласен с Кантом, что «закон вообще будет действовать в отношении определенного опыта, если в нем высказываются предпосылки всякого возможного опыта. Законы природы можно считать объясненными в том случае, если нам удастся 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» [Weizsäcker, 1985, p. 29]. Он не соглашается с большинством физиков, что оно имеет *субъективный* характер, и настаивает на том, что время носит выделенный характер – выделение *прошлого, настоящего и будущего* отображает его сущность. Таким образом, опыт и теория связывается Вайцзеккером со структурой времени.

Вайцзеккер настаивает на том, что без понимания структуры времени и ее выделенного характера невозможно построить единую физическую теорию, поскольку время заложено в основе физики как опытной науки. Содержание как физических законов, так и опытов



всегда связано со временем. Но понимания структуры времени недостаточно для построения физической теории. Сама теория строится в рамках определенных предположений, которые формулируются в тех или иных высказываниях. Так что основания квантовой теории он видит в особой неклассической квантовой логике. Он пишет: «К мнению, что ядром квантовой теории должна быть неклассическая логика, меня *de facto* привели следующие размышления. Непосредственному продвижению в рассмотрении этой проблемы предшествовало соображение относительно понятия пространственного континуума, которое не играет существенной роли для одной лишь идеи квантовой логики, но которое привело меня к вопросу о квантовой логике и стало предварительной ступенью для вышеприведенного утверждения» [Weizsäcker, 1985, p. 320]. Выход на проблему пространства-времени и связь таких идей с квантовой логикой были исходными пунктами размышлений Вайцзеккера. От многих из этих идей он впоследствии отказался, однако основные идеи, связанные с квантовой логикой, позднее поддержали такие известные физики-теоретики, как Финкельштейн [Finkelstein, 1969] и Миттельштедт [Mittelstaedt, 1978]. Они также считали квантовую логику первичной теорией и показывали, как, исходя из этого, можно получить структуру пространства-времени.

Вайцзеккер настаивает: «Мы утверждаем, что логика **временных** высказываний сама должна быть фундаментальной для обоснования классической логики. Квантовая логика представляет собой частную формулировку этой временной логики» [Weizsäcker, 1985, p. 314–315]. Но систематическое построение единой физической теории требует, чтобы была разработана полная логика **временных** высказываний и только затем на основании ее можно строить соответствующую физическую теорию. По его мнению, такая логика должна быть логикой квантовой, опирающейся на квантовую теорию. Логика у Вайцзеккера предшествует физике, задает фундамент ее систематическому построению. Закладывая логику в основания физики как науки о времени, он создает своеобразный синтез временной логики и физического познания. Временная структура, по мысли Вайцзеккера, является предварительным условием опыта любого вида. Рассматривая структуру времени, Вайцзеккер говорит о принципиальном различии прошлого, настоящего и будущего. Прошлое дано в неизменных фактах. Настоящее связано с высказываниями об этом настоящем, а будущее – в рамках такой логики связано с высказываниями о будущем, которые реализуются в форме модальности необходимого, возможного или невозможного. Квантовая логика строится на основе формального аппарата квантовой механики, придавая операторам $|0\rangle$ или $|1\rangle$ логические значения «да» или «нет». Отталкиваясь от понятия бинарной альтернативы, т.е., по сути, изначально неопределенного состояния, переходящего затем в определенное, наблюдаемое



состояние, Вайцеккер разворачивает масштабную программу построения физики. Он не только дает возможность построения теории пространства-времени, но и указывает новый подход к единому описанию взаимодействия элементарных частиц.

Остановлюсь на одном важном моменте. Квантовая логика связывается с т.н. понятием n -вариантной альтернативы, в самом простейшем случае бинарной или, как ее называет Вайцеккер, Ур-альтернативой (Uralternative), или первичной альтернативы (первоальтернативы). Однако тут есть определенная сложность. Рассматриваемая логика тесно связана с формально-математическим аппаратом квантовой механики, в основании которой лежит комплекснозначная амплитуда вероятности. Однако как мы можем перейти от понятия вероятности к амплитуде вероятности? То, что здесь существенная трудность, указывает и сам Вайцеккер: «Квантовая теория является эмпирически найденной теорией физики, но ведь физика для любой аргументации применяет логику, а для всякого выстраивания теории использует логически структурированную математику, ни в одной из которых ничего не известно о «комплексных значениях вероятности»» [Weizsäcker, 1985, p. 325].

Как получать такого рода комплекснозначные вероятности? Вайцеккер предлагает лишь программу решения этой проблемы: «...я хочу изложить эту программу настолько широко, насколько она была разработана. Ибо она привязана самым прямым образом к моему первоначальному намерению в работах по дополнительности и логике (1955, 1958 гг.). В то время я намеревался исходить не из подлинного классического понятия вероятности, а из фундаментальной математической структуры квантовой механики, которую Дирак характеризовал как принцип суперпозиции, следовательно, из существования аддитивных абелевых групп. В 1955 г. я предположил квантовую теорию как уже заданную и из нее абстрагировал логику с комплексными истинностными значениями» [Ibid., pp. 352–353]. На наш взгляд, Вайцеккер проблему ставит, но не решает. Уже изначально имплицитно используется математический аппарат квантовой механики, а именно принцип суперпозиции. Он требует обоснования, а такого обоснования как раз и не дается, как, собственно, и обоснования понятия ур-альтернатив, которое является ключевым во всех построениях Вайцеккера.

Заметим, что изначальная «метафизическая установка», связанная в большей степени с философией Канта, закрывает ему путь к обоснованию такого рода. Мы хорошо видим, и уже не раз писали, как можно обосновывать такую комплекснозначность, о чем и ставит вопрос сам Вайцеккер. В заключение отмечу выводы, к которым приходит Вайцеккер. Они касаются понимания структуры пространства-времени. Выделю две идеи: пространство не носит первичного, абсолютного характера, а время при этом является выделенным,



первичным, обладает более глубинной структурой. В данном случае мы полностью согласны с выводами Вайцзеккера. Время тесно связано, с нашей точки зрения, с процессом становления сущего, актуализацией одного из возможных состояний квантовой первоальтернативы. Отсюда и можно получить структуру пространства-времени. Вайцзеккер пишет: «Мое сегодняшнее понимание философской проблемы физической геометрии (1974) включает ожидание, что теория первоальтернатив действительно позволит вывести математическую структуру пространственно-временного континуума из квантовой теории. Оно перевертывает традиционное понимание, согласно которому пространственно-временная структура не зависит от квантовой теории и для нее является уже заданной. Для того чтобы вообще можно было приступить к решению этого вопроса, было необходимо понять степень общности квантовой теории. Конкретно осуществление этой попытки было инициировано в рамках семинара зимой 1953–1954, 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”» [Weizsäcker, 1985, p. 321].

Первые намеки на такое возможное понимание пространства можно найти в книге Гейзенберга «Порядок действительности» (“Ordnung der Wirklichkeit”). Идеи, аналогичные Вайцзеккеру, развивал независимо Миттельштедт, также обращая пристальное внимание на квантовую логику. Совершенно независимо от них к аналогичным идеям пришел и Финкельштейн, который также в своих исходных посылках использует квантовую логику. Первая его работа относится к 1969 г. [Finkelstein, 1969], где он указывает пути вывода структуры пространства-времени из квантовых представлений. Все три автора – Вайцзеккер, Миттельштедт – и Финкельштейн, используют логику в своих построениях.

Список литературы / References

Finkelstein, 1969 – Finkelstein, D. “Space-Time Code”, *Physical Review*, 1969, vol. 184 (5), pp. 1261–1271.

Mittelstaedt, 1978 – Mittelstaedt, P. *Quantum Logic*. Dordrecht: Reidel, 1978, 160 pp.

Weizsäcker, 1985 – von Weizsäcker, C.F. *Aufbau der Physik*. München: Carl Hanser Verlag, 1985, 661 S.