А.В. Родина*

ФИЛОСОФСКИЕ СЛЕДСТВИЯ
КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ К.Ф. ФОН ВАЙЦЗЕККЕРА**

Статья посвящена философским следствиям квантовой теории информации К.Ф. фон Вайцзеккера и нацелена на выявление смыслового содержания понятия «первоальтернатива», а также анализ соотношения материи, формы и информации в концепции исследователя. Автор приходит к выводу, что информация является числовой мерой субстанции или мерой множественности форм, форма служит основанием материи, а ур-альтернативы – исходным материалом для реконструкции объекта.

Ключевые слова: квантовая теория информации, философия физики, К.Ф. фон Вайцзеккер, ур-альтернатива, кубит

Philosophical consequences of K.F. von Weizsäcker's quantum theory of information. ALEKSANDRA V. RODINA (Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences)

The article deals with the philosophical consequences of K.F. von Weizsäcker's quantum theory of information. It is aimed at identifying the semantic content of the concept of «original alternative», as well as analyzing the relationship of matter, form and information in the concept of the researcher. The author comes to the conclusion that information is a numerical measure of a substance or a measure of a plurality of forms, a form serves as the basis of matter, and original alternatives are the initial material for the reconstruction of an object.

Keywords: quantum theory of information, philosophy of physics, K.F. von Weizsäcker, original alternative, qubit

Физика квантовой информации является весьма бурно развивающейся областью знаний. Она возникла на стыке квантовой механики и информатики. В разное время к этой тематике обращались А. Цайлингер, А. Экерт, М. Нильсен, И. Чанг, Дж. Прескилл, А. Холево, А.Ю. Хренников, исследовавшие как общие, так и частные вопросы квантовой информации. Даже несмотря на то, что за последние годы на русском языке было издано достаточное коли-

чество книг по данной теме, существует дефицит философского обоснования и интерпретации этих концепций.

Предметом рассмотрения данной статьи стали философские следствия квантовой теории информации Карла Фридриха фон Вайцзеккера. Цель данной статьи состоит в том, чтобы систематизировать подход Вайцзеккера в рамках квантовой информации, и реализуется в следующих задачах: показать, как первичная альтер-

* РОДИНА Александра Вячеславовна, аспирант сектора философии естественных наук Института философии РАН, преподаватель кафедры немецкого языка и перевода Московского государственного лингвистического университета.

E-mail: alek-rodina@yandex.ru

© Родина А.В., 2020

** Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ. Проект № 19-311-90011.

натива соотносится с информацией и материей; проанализировать соотношение материи, формы и информации в подходе Вайцзеккера; отразить связь вероятности и информации.

Вайцзеккер вводит в научный оборот понятие первичной альтернативы или ур-альтернативы (Ur-Alternative). Если провести словообразовательный анализ префикса существительных *ur* – в немецком языке, то мы получим дополнительный смысл, который он вкладывал в эту теорию. Данный префикс придает значение древности, изначальности, первобытности: например, *Urstoff* – первичное вещество, первичная материя, *Urwahrheit* – извечная истина. На русский язык данная приставка, употребляемая в составе существительных, переводится как «пра-», «прото-». В данной статье понятия «первичная альтернатива», «первоальтернатива» и «ур-альтернатива» употребляются как синонимы.

Понятие первоальтернативы, введенное Вайцзеккером, напрямую связано с основными базовыми понятиями квантовой теории, такими как оператор состояния и суперпозиция состояний. Напомним, что в квантовой теории эволюция физической системы описывается при помощи т.н. «операторов состояния» данной системы. Неопределенные состояния оператора – это и есть бинарные альтернативы, которые интерпретируются как вероятностные. Бинарные альтернативы, или ур-альтернативы – это суперпозиция двух взаимно исключающих состояний системы – состояния $|0\rangle$ и $|1\rangle$, в которых одновременно находится квантовая система. В связи с этим квантовая механика требует принципиально иной логики, отличающейся от классической. В такой логике не действует закон исключенного третьего, *tertium non datur*. Простейшая квантовая система находится до измерения именно в таком «размазанном», «суперпонируемом» состоянии.

Квантовая логика строится на основе формального аппарата квантовой механики, придавая операторам $|0\rangle$ или $|1\rangle$ логические значения «да» или «нет».

Наряду со своей теорией ур-альтернатив Вайцзеккер придавал ключевое значение информационной теории в квантовой механике при построении физики. Исходя из понятия ур-альтернативы он разрабатывает масштабную программу построения целостного здания единой физической теории. Базовой, фундаментальной теорией у Вайцзеккера является кван-

товая механика. Если отталкиваться от понятия ур-альтернативы, то легко строится пространство состояний квантовой теории и вытекающие из него фундаментальные физические симметрии.

Заметим, что ур-альтернативы и соответствующие им квантовые объекты, которые еще не конкретизируются в абстрактной квантовой теории, в противоположность обычным, классически понимаемым частицам, не являются локализованными в пространстве объектами. В пространстве они реализуют те или иные свои характеристики. Более того, структура самого пространства-времени вытекает, как показывает Вайцзеккер, из концепции ур-альтернатив. Таким образом строится реляционная теория пространства-времени.

В квантовой теории информации ур-альтернативе Вайцзеккера точно соответствует понятие «кубит» (qubit), диада состояния, которая изначально является целостной и неделимой. Только при измерении кубит случайным образом переходит в одно из двух возможных состояний. Кубит – это квантовый разряд или наименьший элемент для хранения информации.

Вайцзеккер ищет и находит основания квантовой теории и из этих предпосылок выстраивает квантовую механику. Его ур-теория – это попытка реконструировать и понять строение мира, исходя из понятия бинарных альтернатив. Форма – это основание материи, первичные альтернативы являются строительными камнями для более сложных форм. На каждом последующем уровне происходит приращение информации. В ходе эволюции увеличивается количество форм, именно поэтому эволюция для Вайцзеккера – «мера множественности форм». Достойными внимания кажутся рассуждения ученика Вайцзеккера Хольгера Лире об эволюции космоса как эволюции информации: «Эволюция в целом может быть представлена в обобщенном виде как воспроизводство все более сложных структур – элементарные частицы, атомы, молекулы и т.д.» [3, р. 79].

Данные структуры могут быть рассмотрены как разные семантические уровни. Одна из целей теории первоначальных альтернатив – описать эволюцию как эволюцию информации, где информация более высокого семантического уровня может быть объяснена посредством информации нижних уровней. Ур-альтернативы находятся на самом нижнем семантическом уровне и представляют собой кубит. Однако

в теории первоначальных альтернатив отсутствует метод описания перехода от одного семантического уровня к другому. Из-за высокой степени абстрактности и естественнонаучной «неканоничности» ур-теория Вайцзеккера довольно редко освещается учеными, например, в отличие от твисторной программы Р. Пенроуза.

Физики-теоретики скорее воздерживаются толковать квантовую механику в понятиях информационной теории. Весьма интересно замечание В. Гейзенберга, которое характеризует его отношение к ур-теории. Вайцзеккер цитирует слова своего учителя следующим образом: «Ты на правильном пути. Но я не смогу тебе помочь. Так абстрактно я не могу думать» [5, р. 15].

Напротив, подобная степень абстрактности ур-теории вызвала похвалу Клауса Майнцера, одного из крупнейших в мире специалистов в области нелинейной динамики, теории самоорганизации сложных систем и искусственного интеллекта. В своей работе он утверждает, что научная программа ур-теории стремится из фундаментальных предположений (гипотез) обосновать значимость основополагающих симметрий [4, р. 180]. Также данную теорию упоминают физик Альфред Гирер, специалист в области биофизики и истории естественных наук, и Бернд-Олаф Кюпперс, физик и философ, специалист в области естественных наук, который выдвинул утверждение, что ур-теория может давать нам массу и количество потенциальной информации об универсуме. Интересные философские выкладки по ур-теории содержатся в биографических книгах о Вайцзеккере таких авторов, как Томас Герниц и Михаэль Дришнер.

При дальнейшем развитии математического аппарата данная теория, возможно, могла бы дать значительные философские и физические результаты, однако до настоящего момента она недостаточно оснащена технически. Кроме того, отсутствуют убедительные, поддающиеся эмпирической проверке предсказания, которые могли бы быть подтверждены или проверены в рамках других программ или стандартной модели. Вот как об этом высказался Хольгер Лире: «И все же примечательно, что Вайцзеккер, связывая спинорную математику и физику пространства-времени, уже в пятидесятые годы выработал контекст, который сегодня оказался весьма значимым в целом ряде выдвинутых программ по квантовой гравитации. Возмож-

но, сила этого подхода прежде всего в степени абстрактности его понятий, в рамках которых могут исследоваться соответствующим образом – а не просто за счет приспособливания путем упрощения – принципиальные проблемы современной философии физики» [3, р. 220]. Абстрактность в данном контексте выступает как преимущество, возможность выйти за устоявшиеся границы, как попытка приблизиться к началу или реконструкции квантовой механики. Ученый создает свой абстрактный «информационный космос». Данное образное выражение во многом подчеркивает характерный для Вайцзеккера синтетический взгляд на физику и философию, который в статье «Гештальткруг и дополнительность» сформулирован следующим образом: «Открывается перспектива в отношении той возможности, что все законы физики представляют собой следствия простого основного логико-онтологического закона, до которого мы сами частично дошли в своих догадках, сначала лишь опираясь на эмпирические подсказки. Ответом на вопрос, почему физика удовлетворяется материей, было бы: потому что ею удовлетворяется логика. Можно было бы, наоборот, попытаться сказать: если существуют истинные высказывания о душе, которыми удовлетворяется логика, то можно было бы ожидать, что физика в такой же мере удовлетворится душой, которая, следовательно, обнаруживает свою телесность» [5, р. 303].

Философы часто обращали внимание на разрыв между формой и материей, и Вайцзеккер пытается преодолеть его, привлекая аппарат квантовой механики. Материя изначально противостоит форме (у Аристотеля), в XIX в. эта оппозиция осмыслялась как противостоянии материи и энергии. Размышления Вайцзеккера привели его к смелой идее, что физическое описание действительности возможно свести к квантовой информации: «Отныне информация для нас располагается на систематическом месте числовой меры субстанции. С другой стороны, мы объясняли информацию как меру множества форм. Развитие физики, по-видимому, возвращает нас к пониманию формы как субстанции в потоке явлений. Не возвращаемся ли мы к философии эйдоса? Наш ответ: и да, и нет. Да: философия эйдоса означает ступень абстракции, позади которой была оставлена механическая модель физики, начиная с XVII в. Абстрактная квантовая теория вынуждает нас вернуться на эту ступень абстракции. Нет: раз-

деление лежащего в основе и неизменного означает признание времени, потока в том виде, как их как раз стремилась избежать философия эйдоса. О форме мы можем говорить только тогда, когда мы вместе с этим признаем эволюцию форм» [6, р. 581].

Первичные альтернативы – это не конкретные объекты во времени и пространстве: напомним, что именно их взаимодействие и актуализация порождают реляционное пространство-время. Разумеется, здесь напрашиваются параллели с монадологией Лейбница. Можно обратиться к определению: «Монада (от греч. *μονάς*, родит. падеж *μονάδος* – единица, единое; лат. *monas*) – это неделимое несоставное единство, мера и прообраз числа. Монада – начало бытия, материей которому служит другое, “неопределенная двоича”, диада» [2, с. 604]. Таким образом, можно предположить, что научная программа Вайцзеккера ориентируется на монизм, который пытается уйти от декартовского дуализма души и тела, опираясь на квантовые принципы.

Применяя квантово-теоретические представления, заложенные в первичной альтернативе, Вайцзеккер пытался построить «ткань» пространства-времени, которое не является первичным, а носит реляционный характер. При этом Вайцзеккер, обсуждая фундаментальный характер квантовой механики, ставит вопрос о связи духовных процессов с квантовыми феноменами. Эта тема представляет наибольшую сложность, так как наше материальное тело имеет связь с сознанием и эта связь может носить квантовый характер, однако этот вопрос требует дальнейших исследований.

Таким образом, если мы обратимся к вопросу о связи формы, материи и информации, то для Вайцзеккера информация является числовой мерой субстанции или мерой множественности форм, форма служит основанием материи, а ур-альтернативы – исходным материалом для реконструкции объекта. На наш взгляд, информация у Вайцзеккера понятийно ближе к явленному, чем к эйдосу (форме) в трактовке Аристотеля. Это можно проследить на примере актуализации первоальтернатив, когда из двух решений воплощается только одно. В философском обосновании Вайцзеккера не хватает характеристики «становления» альтернатив, что было бы актуально в рамках его философии, так как он рассматривает переход от первоальтернативы к альтернативе определенной (феномену). Здесь было бы уместно говорить об

«актуализации» первоальтернативы, «становлении» явленного.

Вероятность – одно из ключевых понятий в философских построениях Вайцзеккера, и оно также напрямую связано с понятием информации: «Пока мы придерживаемся обычного определения информации через вероятность. Пусть дана К-вариантная альтернатива исхода эксперимента, т.е. К возможных друг друга исключающих событий x_k ($k = 1, 2 \dots K$). Мы ожидаем наступления x_k в случае решения этой альтернативы с вероятностью p_k » [5, р. 170]. Чем выше вероятность события, тем больше потенциальной информации оно в себе содержит, и наоборот. Информация проявляется в бинарных альтернативах только тогда, когда квантовая альтернатива уже решена. Каждая бинарная альтернатива может принимать одно из взаимоисключающих состояний «да-нет». Подобный взгляд соотносится с определением информации, данным И.А. Акчуриным: «Всюду, где имеется налицо несколько различных возможностей, но реально осуществляется, переходит в действительность, приобретает бытие только одна, имеет смысл говорить об информации, которую несет эта реализовавшаяся возможность» [1, с. 56].

Итак, мы можем суммировать философские следствия квантовой теории информации у Вайцзеккера следующим образом. Во-первых, информация связана напрямую с формой, которая понимается не как эйдос, а как явленное, то есть разрешенная первоальтернатива. Во-вторых, первоальтернатива вбирает в себя явления не только физического, но и органического мира, включая человека с его психическими явлениями, которые могут быть описаны в рамках квантовой механики. На наш взгляд, последнее обобщение требует дополнительных обоснований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акчурин И.А. Единство естественнонаучного знания. М.: Наука. 1974.
2. Бибихин В.В. Монада // Новая философская энциклопедия. В 4-х т. Т. 3. М.: Мысль, 2010. С. 604.
3. Lyre, H., 1998. Quantentheorie der Information: zur Naturphilosophie der Theorie der Ur-Alternativen und einer abstrakten Theorie der Information. Wien: Springer.
4. Mainzer, K., 1988. Symmetrien der Natur. Berlin: De Gruyter.

5. Weizsäcker, C.F., 1958. Zum Weltbild der Physik. Stuttgart: Hirzel.

6. Weizsäcker, C.F., 1985. Aufbau der Physik. Munich: Hanser.

REFERENCES

1. Akchurin, I.A., 1974. Edinstvo estestvennonauchnogo znaniya [Unity of natural science knowledge]. Moskva: Nauka. (in Russ.)

2. Bibikhin, V.V., 2010. Monada [Monad]. In: Novaya filosofskaya entsiklopediya. V 4-kh t. T. 3. Moskva: Mysl', 2010, p. 604. (in Russ.)

3. Lyre, H., 1998. Quantentheorie der Information: zur Naturphilosophie der Theorie der

Ur-Alternativen und einer abstrakten Theorie der Information [Quantum theory of information: to the natural philosophy of the theory of the original alternatives and an abstract theory of information]. Wien: Springer.

4. Mainzer, K., 1988. Symmetrien der Natur [Symmetries of nature]. Berlin: De Gruyter. (in German)

5. Weizsäcker, C.F., 1958. Zum Weltbild der Physik [The world view of physics]. Stuttgart: Hirzel. (in German)

6. Weizsäcker, C.F., 1985. Aufbau der Physik [The structure of physics]. Munich: Hanser. (in German)