

## НЕНАБЛЮДАЕМЫЕ СУЩНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ: СОЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКТЫ ИЛИ РЕАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ?

**Мамчур Елена Аркадьевна** – доктор философских наук, главный научный сотрудник. Институт философии РАН. Российская Федерация, 109240, г. Москва, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1; e-mail: emamchur839@yandex.ru



Рассматривается вопрос об онтологическом статусе ненаблюдаемых сущностей современной физики: являются ли они реальными объектами или представляют собой социальные конструкты? Первую точку зрения отстаивают конструктивисты-реалисты; вторую – сторонники очень влиятельного в настоящее время социального конструкционизма. С позиции реалистов такие микрообъекты, как промежуточные векторные бозоны, или бозон Хиггса (недавно зафиксированный в экспериментах на Большом адронном коллайдере) существуют в природе до того, как их предсказывает теория. В физических экспериментах их *открывают*, а не *создают*. С позиции социальных конструкционистов, напротив, упоминающиеся микрообъекты «создаются» в специально поставленных для их фиксации экспериментах. Автор обосновывает справедливость реалистической позиции, анализируя ход и результаты знаменитого в истории современной физики эксперимента, целью которого было обнаружение промежуточных векторных бозонов. Открытие бозонов подтвердило теорию электрослабых взаимодействий, на основе которых существование промежуточных бозонов было предсказано.

**Ключевые слова:** ненаблюдаемые сущности, социальный конструкционизм, социальные конструкты, реальные объекты, сущностный реализм, преддетерминированность естественнонаучных понятий

## UNOBSERVABLE ENTITIES IN MODERN PHYSICS: SOCIAL CONSTRUCTS OR REAL OBJECTS?

**Elena Mamchur** – DSc in Philosophy, chief research fellow. Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences. 12/1 Goncharnaya St., Moscow, 109240, Russian Federation; e-mail: emamchur839@yandex.ru

The paper deals with the problem of ontological status of unobservable entities of modern physics. Author considers the question whether they are real objects or social constructs? The first point is being supported by constructive realists; the second one is backed by those who stand by a very influential strategy of the so-called social constructionism. Realists assume that intermediate vector bosons (as well as Higgs boson recently discovered by the experiments at the Large Hadron Collider) do exist in reality before being predicted by the theory of electroweak interaction. They are *discovered*, not *created*. In the discourse of social constructionism, the mentioned micro-objects, on the contrary, are being *created* in the process of a specially set up experiments. The author confirms truthfulness of the realistic approach by analyzing the well-known in modern history of physics experiment on discovering the intermediate vector bosons.

**Keywords:** unobservable entities, realism, constructionism, real objects, social constructs, predetermination of scientific notions



Статья посвящена анализу противостояния конструктивного реализма и социального конструкционизма в сфере истолкования естественнонаучных (а именно, физических) понятий. Существует большая литература, посвященная социальному конструкционизму. Но я не буду вникать в уже не раз обсуждавшиеся детали этого многоликого направления. В 70-х гг. прошлого века такие книги, как [Latour, Woolgar, 1979], [Searle, 1995], а также работы Т. Куна, К. Поппера, И. Лакатоса и др. широко обсуждались и в западной, и в отечественной литературе. Данная статья преследует более узкую цель: познакомить современного читателя с новыми физическими данными, которые могут дать повод для размышлений над аргументами вновь оживившейся полемики.

Поводом для написания статьи послужила реакция представителей социального конструкционизма на такое событие в физическом познании как открытие бозона Хиггса на Большом адронном коллайдере. Социальные конструкционисты приняли большое участие в трактовке сути этого события. В отличие от корреспондентов газет, представителей СМИ, особенно не вникавших в детали события, социальные конструкционисты восприняли его как аргумент для подтверждения правильности своего направления: они истолковали его не как *открытие* новой частицы, а как ее *создание, конструирование*.

И бозон Хиггса, и открытые ранее промежуточные W и Z бозоны действительно конструируются в процессе исследования. Вопрос в том, существуют ли они в природе до того, как их предсказывает теория, или действительно создаются в грандиозных экспериментальных установках, характерных для современной физики частиц? Этот вопрос имеет прямое отношение к столь актуальной в настоящее время проблеме реализма.

В свое время И. Кант охарактеризовал ситуацию в философии, когда все еще отсутствуют убедительные и веские доказательства существования вещей вне нас (основной тезис реализма) скандалом философии и общечеловеческого разума. В своей заочной полемике с Кантом М. Хайдеггер заметил: «Скандал в философии состоит не в том, что этого доказательства до сих пор нет, но в том, что такие доказательства снова и снова ожидаются и предпринимаются... Верно понятое присутствие противится таким доказательствам, потому что в самом бытии оно всегда есть то, что запоздалые доказательства почитают за необходимость ему впервые продемонстрировать» [Хайдеггер, 1997, с. 205]. *Познающий субъект, по Хайдеггеру, не противостоит миру, а существует в мире, присутствует в нем.*

Хайдеггер исходил из представлений о реальном мире, в котором живет и действует человек, как источнике всех человеческих идей и представлений. Э. Гуссерль называл этот мир «жизненным миром»



человека<sup>1</sup>. Возможно, в то время, когда Хайдеггер писал вышеприведенные слова, он еще не задумывался над тем, что философия вступает в совсем другую эпоху, когда наука переходит от классической к неклассической стадии развития, когда ее объектами становятся ненаблюдаемые сущности. Знание о ненаблюдаемых не извлечешь непосредственно из жизненного мира человека.

В полной мере проблема онтологического статуса ненаблюдаемых и ее сложность были осознаны Хайдеггером в его более поздних работах. «Видели ли когда-нибудь физики действительность? – вопрошает Хайдеггер на одном из Цолликоновских семинаров. – Речь о соответствии действительности вообще не имеет никакого смысла. Электроны и тому подобное являются гипотезами, которыми можно оперировать, но никто их не видел» [Хайдеггер, 2012, с. 52].

Собственно, ненаблюдаемые были и в классической науке. Но причина их ненаблюдаемости была в том, что они не были доступны нашему непосредственному восприятию, нашим органам чувств. Мельчайшие живые организмы (типа бактерий и вирусов) в биологии; структурные элементы клеток живых организмов (ядра клеток, митохондрии и т. п.); **атомы в физике; далекие звезды, невидимые невооруженным глазом** – стали видимыми и наблюдаемыми, как только были открыты и изобретены приборы, усовершенствующие наши органы чувств – микроскопы, телескопы и т. д.

Ненаблюдаемые объекты современной физики не наблюдаемы в принципе. Здесь дело не в усовершенствовании наших органов чувств, а в самой природе этих объектов. Микрочастицы – объекты квантовой механики. **И если принимать в качестве верной копенгагенскую интерпретацию этой теории**, они обладают такими, не имеющими аналогов в макромире свойствами, как корпускулярно-волновой дуализм, суперпозиция состояний – способность находиться сразу во всех возможных состояниях и т. д. Как представить себе объекты, которые (как микрочастицы в двухщелевом эксперименте) способны пролетать сразу через обе щели, формируя на экране интерференционную картину? В макромире мы не находим никаких аналогов таких объектов. Не удивительно, что микрообъекты фигурируют в философии науки как продукты конструктивной деятельности ученых, как конструкты.

Следует, однако, оговориться: принципиально ненаблюдаемыми могут быть и макро и даже мега-объекты классической науки. Таким объектом была, да и теперь для земного наблюдателя остается истинная картина движения небесных тел. Коперник отказался от види-

<sup>1</sup> А.П. Огурцов приводит такое определение жизненного мира человека: «Жизненный мир, по Гуссерлю – это дотеоретический мир опыта, в котором природа и дух даны в изначально созерцаемом взаимодействии. К нему должны быть редуцированы все создаваемые понятия, методы, теории науки» [Огурцов, 2010, с. 4].



мой картины движения этих тел как неверной. Птолемей, напротив, спасал видимую картину, считая ее правильной. Заслугой Коперника было то, что он отважился, как писал Кант, – «идя против показаний чувств, но следуя при этом истине, отнести наблюдаемые движения не к небесным телам, а к их наблюдателю» [Кант, 2006, с. 25].

В чем суть процедуры конструирования? Какую роль играют в этом процессе теоретические ресурсы и какую – материальные компоненты? Все эти вопросы в современной философии науки являются дискуссионными. Спор идет между реалистически мыслящими конструктивистами (среди которых и большая часть ученых) и теми, для кого понятия «конструкт» и «конструктивизм» отождествляются с анти-реализмом.

Конструктивизм бывает разным. В дальнейшем изложении я буду иметь в виду только социальный конструкционизм, поскольку представители этого философского направления занимаются истолкованием природы понятий естественных наук, в частности тех, которыми пользуются физики, интерпретируя результаты экспериментов по поиску бозона Хиггса на Большом адронном коллайдере (БАК'e).

Социальные конструкционисты утверждают, что бозон Хиггса – результат работы не только большого числа физиков-теоретиков и экспериментаторов, но и «армии» инженеров, построивших суперколлайдер, большого числа организаторов науки, технологов, построивших экспериментальные установки, дизайнеров экспериментальных установок и даже самих этих экспериментальных установок. Э. Пиккеринг, Б. Латур, Т. Кинной и другие исследователи современного научного познания утверждают, что в создании бозона Хиггса участвовали даже популяризаторы науки, корреспонденты газет и телевидения, все те, кто интерпретировал, истолковывал и пропагандировал открытие бозона (иногда, добавим от себя, не вполне точно). Как представляется, однако, сколь бы большим не было число участвующих в выявлении бозона Хиггса администраторов и репортеров, их деятельность не имела никакого отношения к рождению бозона. Это все интересно, конечно, но только для социологии науки. К философии науки социология научного познания не имеет прямого отношения.

Прежде чем вникать в суть спора между конструктивистами-реалистами, и конструктивистами-антиреалистами проанализируем один из наиболее значимых для современного физического познания эксперимент, посвященный поиску промежуточных  $W$ - и  $Z$ -бозонов, завершившийся их обнаружением в 1983 г.

Это открытие в современной фундаментальной физике имело большое значение, поскольку промежуточные бозоны ответственны за существование одного из четырех фундаментальных взаимодействий – слабого. Они сыграли большую роль в обосновании стан-



дартной модели физики элементарных частиц. В настоящее время результаты этих экспериментов отошли на второй план в связи с реализацией эксперимента по поиску бозона Хиггса, который, как утверждают физики, закрыл последнюю брешь в стандартной модели элементарных частиц: он объяснил, каким образом частицы получают массы. Тем не менее, как говорит ведущий отечественный физик-теоретик В.А. Рубаков, «промежуточные бозоны, хотя и открыты давно, но в разговоре про бозон Хиггса – очень даже по существу» [Рубаков, 2014]. Верно и обратное.

## Теоретические предпосылки эксперимента

В 1972 г. американские физики А. Салам, С. Вайнберг и Ш. Глэшоу сформулировали теорию электрослабого взаимодействия (впоследствии все они получили за это открытие Нобелевскую премию). Если принимать как адекватную действительности модель происхождения нашей Вселенной, содержащейся в концепции Большого взрыва, можно утверждать, что электрослабое взаимодействие существовало в ранней Вселенной при высоких энергиях (порядка 100 ГэВ). Его поддерживала калибровочная симметрия между электромагнитными и слабыми взаимодействиями. (Одна из фундаментальных идей в современной физике – убеждение, что все взаимодействия существуют для того, чтобы поддерживать в природе некий набор абстрактных симметрий.) При понижении температуры (энергии) эта симметрия спонтанно нарушилась. Появилось два взаимодействия – электромагнитное и слабое. Это два совершенно разных взаимодействия, обладающие различными свойствами. Переносчиками электромагнитных взаимодействий являются безмассовые фотоны; переносчиками слабых взаимодействий – массивные  $W$  и  $Z$  – бозоны.

Естественно возникла идея эксперимента по проверке сделанных на основе теории электрослабых взаимодействий предсказаний существования промежуточных бозонов. Доказательство их существования должно было подтвердить правильность теории электрослабого взаимодействия.

## Описание эксперимента

В 1976 г. Д. Клайн, П. Макинтайр и К. Руббиа предложили для поиска  $W$ - и  $Z$ -бозонов построить в ЦЕРНе новый ускоритель, поскольку ни один из существующих в мире ускорителей не обладал энергией,



достаточной для обнаружения частиц столь большой массы. (Предсказанные массы бозонов были в районе 80–90 ГэВ/c<sup>2</sup>.) В 1981 г. под руководством С. Ван дер Меера этот ускоритель был построен. Это был суперсинхротрон, представлявший собой протон-антипротонный коллайдер с энергиями сталкивающихся частиц по 270 ГэВ (позднее энергия была увеличена до 315 ГэВ).

Предполагалось, что **W** и **Z** бозоны будут рождаться в столкновениях такого рода

$$p + \bar{p} \rightarrow W^{\pm} + X \text{ и } p + \bar{p} \rightarrow Z + X, (1)$$

где  $p$  – протоны,  $\bar{p}$  – антипротоны,  $X$  – совокупность других частиц, не участвующих в этом процессе (физики называют их «наблюдателями»). Протон и антипротон состоят, соответственно, из трех кварков ( $p = uud$ ) и трех антикварков ( $\bar{p} = \bar{u}\bar{u}\bar{d}$ ), так что промежуточные бозоны рождаются в кварк-антикварковом взаимодействии

$$u + \bar{d} \rightarrow W^+; \bar{u} + d \rightarrow W^-; u + \bar{u} \rightarrow Z; d + \bar{d} \rightarrow Z. (2)$$

остальные два кварка и два антикварка не участвуют в рассматриваемом процессе. Они продолжают свое движение в продольном направлении, т. е. в направлении движения первичных  $p$ -пучков, формируя струи адронов и антиадронов.

Из теории следовало, что время жизни нерелятивистского промежуточного бозона очень мало – порядка  $3 \cdot 10^{-25}$  сек, так что зафиксировать его рождение можно было только по факту его распада.

Обнаружилось, однако, что искать **W**- и **Z**-бозоны в кварк-антикварковых ветвях их распада нецелесообразно, т. к. кварк и антикварк тонут в огромном потоке «наблюдателей». Было принято решение искать их по их распаду на лептоны, которые вылетают в направлении *поперечном* к линии столкновения протонов с антипротонами. Речь идет о следующих реакциях

$$W^+ \rightarrow e^+ + \nu_e; W^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e \text{ и } Z \rightarrow e^- + e^+, (3)$$

Возьмем, например, первую реакцию в формуле (2), в которой  $u$  и  $\bar{d}$  кварки испытывают лобовое столкновение, в результате чего рождается  $W^+$  бозон. Потом  $W^+$  распадается на позитрон и электронное нейтрино (см, формулу (3), первая реакция), которые летят в противоположных друг по отношению к другу поперечных направлениях с одинаковыми импульсами. Теоретические расчеты показывали, что никаких других частиц, летящих в поперечном направлении, в таком распаде  $W^+$  бозона не должно быть.

Что касается нейтрино, то они ускользали от фиксации, так как пробег нейтрино с энергией 40 ГэВ в твердой среде превышает миллион км. *Так что, согласно предсказанию теории, событие с одним*



электроном, летящим с энергией 40 ГэВ в поперечном направлении и с недостающим поперечным импульсом в 40 ГэВ в противоположном направлении, является доказательством распада  $W^+$  бозона, а значит, и доказательством его существования.

По такой же схеме было доказано и рождение отрицательно-го  $W^-$ - бозона. Для доказательства существования  $Z^0$  бозона нужно было наблюдать летящие в противоположных (и также поперечных) направлениях электрон и позитрон с энергией по 45 ГэВ каждый.

Согласно теории электрослабых взаимодействий появление промежуточных бозонов является очень редким событием. Лишь 8 % родившихся  $W^\pm$  бозонов распадаются по лептонному каналу распада. Рождение  $Z^0$  бозонов происходит еще реже. Низкие вероятности искомых событий привели к тому, что в первых экспериментальных сеансах количества обнаруженных распадов исчислялось единицами. В 30-дневном сеансе в ноябре-декабре 1982 г. в 1 млрд протон-антипротонных соударений было зафиксировано только 6 событий, значимых для проверки теории электрослабых взаимодействий. В результате усовершенствования детектирующих установок в 1983 г. количество событий возросло до нескольких десятков для  $W^\pm$ - бозонов. Что касается  $Z^0$ - бозонов, то было обнаружено 13 случаев их рождения и распада. Данные экспериментов позволили определить массы обнаруженных бозонов. Они практически совпали с предсказанными электрослабой теорией.

В 1984 г. **К. Руббия и С. Ван дер Мейер были удостоены Нобелевской премии «за определяющий вклад в проект, осуществление которого привело к открытию частиц, переносящих слабое взаимодействие».**

На этом в описании эксперимента можно остановиться. Для целей данной статьи дальнейшие детали не важны. Это уже техника.

## Анализ результатов эксперимента

Эксперименты по поиску промежуточных бозонов, так же как и однотипный эксперимент по поиску бозона Хиггса, являются тем материалом, на который ссылаются социальные конструкционисты и вообще все те исследователи науки, которые утверждают, что в ходе таких экспериментов мы *создаем* рассматриваемые микрообъекты, а не открываем их.

Верно ли такое утверждение? Мне думается, что социальные конструктивисты делают в данном случае довольно типичную для современной философии науки ошибку: *они смешивают, не различают два на самом деле различных плана рассмотрения проблемы – эпистемологический (иногда говорят эпистемический) и онтологиче-*



ский. Чтобы остаться на реалистических позициях, конструктивист должен сказать: да, мы конструируем результаты экспериментов, но только в эпистемическом, но не в онтологическом смысле. Между тем социальные конструкционисты, оставаясь в рамках онтологического плана рассмотрения эксперимента, в котором бозоны обнаруживаются, рассуждают так, как будто в процессе эксперимента создаются, конструируются реальные объекты микромира, т. е. само сущее.

Следует, к тому же, напомнить, что эксперименты по обнаружению промежуточных векторных бозонов и бозона Хиггса проводились для проверки предсказаний соответствующих теорий. Поиски промежуточных бозонов осуществлялись для проверки *правильности* предсказания, сделанного на основе теории электрослабого взаимодействия. Поиски бозона Хиггса – для проверки важнейшей идеи стандартной модели физики элементарных частиц – процесса и механизма наделения частиц массой. Так что главный акцент делался на *проверке теорий*. Не удивительно, что в обоих случаях исследовательская работа была сильно нагружена концептуально, теоретически. Кроме того, поскольку решался вопрос о *правильности (истинности)* теорий, работа экспериментаторов носила явно выраженный *эпистемологический* характер.

Готовились условия для того, чтобы искомые бозоны смогли проявить себя в условиях эксперимента. Из теории были получены необходимые для проведения эксперимента подсказки, такие как 1) нужно искать не сами бозоны, а следы их распада; 2) **искать треки не в продольном, а в поперечном направлении** 3) теория подсказывала, следы каких реакций распада нужно искать; 4) объясняла, какие наблюдения треков и каких частиц можно будет считать доказательством существования бозонов и т. д.). Эйнштейн был прав, когда в разговоре с Гейзенбергом сказал, что «*теория* (акцент нужно сделать именно на слове *теория*. – *Е.М.*) прежде всего должна определить, что поддается наблюдению»<sup>2</sup> [Гейзенберг, 1987, с. 84].

Вообще, эпистемологические аргументы (возможно не всегда, но очень часто) предшествуют решению онтологической проблемы. Вспомним слова тонкого мыслителя и методолога физики Э. Маха, который утверждал, что, говоря о реальности объектов, нужно начинать с гносеологии.

Даже когда мы случайно обнаруживаем частицу в космических лучах, используя уже существующие приборы (например, камеру Вильсона), так что не требуется создания какой-либо особо сложной и громоздкой аппаратуры, мы вынуждены привлекать большой арсенал теоретических средств, для того чтобы понять, с чем мы имеем дело.

<sup>2</sup> «Этот довод, – продолжает В. Гейзенберг, – был для меня абсолютно новым и произвел на меня тогда неизгладимое впечатление; позже он сыграл важную роль также и в моей собственной работе и оказался чрезвычайно плодотворным в процессе развития новой физики» [Гейзенберг, 1987, с. 84].



Так был открыт позитрон – частица, существование которой предсказал П. Дирак. Открыта она была К.Д. Андерсоном в 1936 г., обнаружившим необычные треки в обычной пузырьковой камере. Он верно идентифицировал эти треки со следами космической частицы, определил, что ее масса равна массе электрона, но в отличие от электрона она имеет положительный заряд. Таким образом подтвердились предсказания Дирака о существовании позитрона.

Известно, что предсказания подтвердились и для промежуточных бозонов, и для бозона Хиггса. Кстати, здесь опять встает эпистемологический вопрос: значило ли это, что справедливость теорий была *доказана*? Для тех, кто был уверен, что модель Большого взрыва является единственно правильной для объяснения происхождения Вселенной – это было доказательством. Для других – результаты экспериментов были не доказательством, а, скорее, достаточно веским аргументом в пользу теории электрослабого взаимодействия, а в случае с бозоном Хиггса – правильности стандартной модели как целого.

Существуют ведь и альтернативные объяснительные модели происхождения и эволюции Вселенной. Так, например, после окончания Второй мировой войны были выдвинуты гипотеза стационарного состояния Вселенной Г. Бонди и Т. Голда и близкая к ним гипотеза Ф. Хойла (1948), а также теория старения фотона Ф. Цвикки (1929 г.). Выдвижение этих гипотез вызвало в то время бурную дискуссию в космологических кругах.

В отличие от всех релятивистских моделей, в основе которых лежал известный космологический принцип, согласно которому Вселенная *одинакова по всем направлениям в пространстве*, модель стационарного состояния основывалась на так называемом *совершенном космологическом принципе* (сформулированном авторами гипотезы). Его суть состояла в утверждении, что Вселенная одинакова не только по всем направлениям в пространстве, но и в любой момент времени.

Гипотеза учитывала существование закона Хаббла и явление красного смещения и включала их в свое содержание. Как это совмещалось с представлениями о стационарной Вселенной? Дело в том, что авторы гипотезы выдвинули предположение, что, несмотря на то, что все галактики удаляются друг от друга по закону Хаббла (точнее следует сказать, что разбегаются не галактики, а расширяется пространство), состояние распределения материи сохраняется в результате «творения материи»: на месте старых галактик, которые покинули свои места в результате расширения Вселенной, появляется новая материя. Это нарушение закона сохранения материи не было до сих пор обнаружено, утверждали сторонники стационарной гипотезы, поскольку оно совершается чрезвычайно медленно.

Гипотеза старения фотонов, выдвинутая впервые Ф. Цвикки, не предполагала расширения Вселенной. Эффект красного смещения объяснялся тем, что движущиеся через пространство фотоны «устают»,



теряют энергию. Энергия фотона  $\varepsilon = h\nu$ , где  $h$  – постоянная Планка, а  $\nu$  – частота света. Если энергия фотона уменьшается, частота света также уменьшается, а, значит, длина волны растет:  $\lambda = 1/\nu$ . Происходит смещение линий спектра галактики в сторону красного конца спектра.

Гипотезы стационарного состояния сошли со сцены. Важнейшим аргументом для их отрицания оказалось нарушение закона сохранения материи и энергии. Но с тех пор появились новые альтернативные модели концепции Большого взрыва, у которых также есть много сторонников.

## Создание объектов

У истоков дебатов по поводу использования социального конструкционизма для истолкования естественнонаучных понятий стоял Я. Хакинг – один из наиболее проницательных (по оценке Р. Рорти [Rorty, 1999]) современных философов науки. Это Хакингу принадлежит идея «создания феноменов», положившая начало представлениям о том, что явления в современной науке не открывают, а создают [Хакинг, 1998, с. 129–241]. **Так что к аргументам социальных конструкционистов, возможно, стоит отнести более внимательно.**

Многие объекты и явления в науке действительно создаются. Например, тяжелые трансурановые химические элементы. В периодической системе они стоят после урана и имеют атомные номера большие, чем 92. В природе они, как полагают физики, отсутствуют. Их получают искусственно посредством различных ядерных реакций. Элементы до фермия включительно образуются в ядерных реакторах в результате захвата нейтронов и последующего  $\beta$ -распада. Первые трансурановые элементы как раз и были получены в атомных реакторах в результате облучения изотопа урана  $U^{238}$  нейтронами. В результате захвата нейтрона и последующего  $\beta$ -распада заряд первоначального ядра увеличивается на единицу, что означает создание элемента с большим атомным номером. Облучение мишеней мощными потоками нейтронов, которые образуются в ядерных реакторах или при взрыве ядерных устройств, позволяет получить все трансурановые элементы вплоть до фермия включительно. Трансфермиевые элементы создаются в результате слияния ядер.

Поиски сверхтяжелых трансурановых элементов в природе не увенчались успехом. Правда, в 2011 г. российские ученые сообщили об открытии в метеоритном веществе следов столкновений с частицами с атомными числами от 105 до 130, что может являться косвенным доказательством существования в природе стабильных сверхтяжелых



ядер. Насколько эта информация подтвердилась в дальнейшем, мне неизвестно, но даже если она подтвердилась, вначале сверхтяжелые трансурановые элементы только синтезировали.

Что касается «создания феноменов», о котором говорил Я. Хакинг, то у него речь идет об эффектах, которые до их конструирования в экспериментальных установках в природе не существовали. Эффект Джозефсона, эффект Холла, эффект Комптона, фотоэффект и т. п. с точки зрения Хакинга, «не существуют вне аппаратуры определенного типа». И хотя, как пишет Хакинг, многие философы науки и даже многие физики предпочитают думать, что «явления, обнаруженные в лаборатории, представляют собой части Божьего рукоделия, которое еще предстоит открыть», все эти «эффекты, по крайней мере в чистом виде, могут быть реализованы только в современных высокотехнологичных экспериментальных установках» [Хакинг, 1998, с. 229–241]. Так что ничего таинственного в хакинговской идее «создания феноменов», по-видимому, нет.

Совсем иная ситуация складывается при поиске бозона Хиггса или промежуточных  $W$ - и  $Z$ -бозонов. В отличие от трансурановых химических элементов эти частицы *существуют* в природе. И существовали задолго до того, как были вызваны к жизни в экспериментальных установках. Правда, повторяем, утверждать это можно, только если основываться на представлении об адекватности действительности модели Большого взрыва, признавать в качестве верной стандартную модель физики элементарных частиц, а значит быть убежденным в том, что в природе реализуется слабое взаимодействие, частицы имеют массу, которую они получили благодаря механизму Хиггса и т. д., и т. п.

Вот такая цепочка эпистемологических аргументов должна быть выстроена, прежде чем мы сможем решать онтологический вопрос, существуют ли они в природе вообще. Это еще раз подтверждает правоту Эйнштейна, утверждавшего: «*Это теория* решает, что мы можем наблюдать» (курсив мой. – Е.М.).

Что касается поисков конкретных частиц, требуются, как мы видим, монументальные экспериментальные установки и усилия большого количества физиков-теоретиков и экспериментаторов, инженеров и организаторов науки. Вся эта техника и деятельность людей были направлены на то, чтобы создать необходимые условия для того, чтобы *обнаружить* искомые частицы.



## Социальный конструкционизм и природа микрочастиц

Насколько, однако, правы социальные конструкционисты, которые на основании того, что для обнаружения частиц требуются сложные и масштабные экспериментальные установки заявляют, что полученные в экспериментах на суперколлайдерах частицы *создаются*, или что они лишь частично материальны, что на самом деле они являются гибридами, смесью дискурсивных (в данном случае теоретических, концептуальных) и материальных компонентов? Послушаем, что говорит, например, Том Кинной – один из постмодернистских философов, близкий к кругам социальных конструктивистов. На вопрос о том, что представляет собой бозон Хиггса, он отвечает: «Лучшее, на что мы можем надеяться – он является многогранным «гибридным объектом», который соединяет в себе нестабильную, меняющуюся смесь культурных, исторических, технологических, политических и природных элементов» [Кееноу, 2013].

О «гибридности» бозонов говорит и Б. Латур, утверждая, что они являют собой смесь дискурсивного (аспект культуры) и материального (аспект природы) (Цит. по: [Кееноу, 2013, р. 138]). Т. Кинной замечает по этому поводу: «Б. Латур живо продемонстрировал, почему наше чистое, нетронутое различие между природой и культурой, человечностью и вещьностью, дискурсом и материей нереализуема на практике» [Кееноу, 2013, с. 140].

Представляется, однако, что на самом деле культурные и социальные моменты, связанные как с обнаружением бозона Хиггса (также как и с обнаружением промежуточных бозонов), вообще никак не могут входить в качестве каких-либо компонентов в его структуру. Анализ и учет социальных компонентов (например, той социальной деятельности, которую осуществляют организаторы науки) – является предметом социологии науки, не имеющей прямого отношения к философии науки. Что касается связи между материальными компонентами структуры бозонов и дискурсивными факторами, то она, конечно, существует, но, опять-таки, только если ограничиться эпистемическим аспектом исследования частиц, частью которого является процесс получения результата экспериментов. Если же иметь в виду онтологический аспект, то никаких дискурсивных компонентов в этих результатах нет.

Обнаруживаемые частицы существуют, что бы мы ни понимали под словом «существование». Мы не знаем пока, что они собой представляют и как они существуют. И до того, как мы это узнаем, по-видимому, еще очень далеко. Мы знаем только одно: они оставляют вполне материальные следы своего распада в виде треков или других микрообъектов. Значит, *нечто* существует.



И это «нечто» проделывает иногда очень полезную работу. Такую, как, например, в криптографии и других известных приложениях квантовой механики (точнее квантовой теории информации – КТИ): создание квантовых компьютеров, квантовой телепортации, квантовой криптографии. Все известные технологические приложения КТИ не могли бы быть сделанными, если бы прикладники и технологи не оперировали реально существующими «нечто».

Хакинг в 80-х гг. XX в. сформулировал концепцию экспериментального (или сущностного) реализма. В **противовес господствующему** в философии науки пантеоретизму, с которым он не согласен, Я. Хакинг выдвигает свою концепцию реализма, получившую в философии науки название *экспериментальный (иногда «сущностный») реализм*. С точки зрения этой концепции критерием реальности того или иного теоретического объекта выступает возможность манипулировать им, используя его для получения некоторых других реальных эффектов. Например, основанием для утверждений о реальности такого ненаблюдаемого объекта, как электрон, служит то, что электроны можно напылять на другие объекты. Хакинг описывает эксперимент по поиску свободных кварков, идея которого была заимствована у открывшего электроны Р. Милликена. Для поиска кварков требовалось на ниобиевом шаре увеличить или уменьшить электрический заряд. Это достигалось напылением на ниобиевый шар электронов или позитронов (электроны напыляли для того, чтобы увеличить отрицательный заряд; позитроны, чтобы уменьшить его). Успешность операции увеличения заряда убедила Хакинга в том, что электроны реальны. «С того дня я стал научным реалистом, – пишет Хакинг, – для меня, если нечто можно напылять, оно реально» [Хакинг, 1998, с. 37].

В поддержку позиции Хакинга можно привести и другие примеры. Так, доказательством существования той или иной элементарной частицы может служить то, что при соударении ее с другими микрообъектами (например, в современных суперколлайдерах) она выбивает из них другие частицы или порождает много новых частиц.

Критерий Хакинга действительно отражает то, что делается в экспериментальном естествознании. Но хотя его критерий является необходимым для решения проблемы реальности ненаблюдаемых объектов, он не является достаточным. Применяя его, мы можем выделить из тех объектов, которые постулируются теорией, те, которые действительно существуют. Но все, что мы можем сказать о них – это только то, что «существует нечто». Без теории мы не можем сказать ничего о свойствах и природе тех или иных ненаблюдаемых сущностей. Для того, чтобы узнать что-либо о свойствах электрона, мы должны будем опять-таки обратиться к теории. В настоящее время такой теорией является стандартная модель физики элементарных ча-



стиц. Только она может нам сказать, какими свойствами и характеристиками существующее «нечто» обладает. Так что без теории, т. е. без эпистемологического рассмотрения, не обойтись.

Социальные конструкционисты распространяют представления о природе понятий культуры (в частности, социальных понятий) на естественнонаучные термины. Действительно, такие понятия как «болезнь», «здоровье», «польза», «интеллект», «богатство», «счастье» и т. д. являются социальными конструктами. В разных культурах термин «болезнь» понимается по-разному. И то, что трактуется как болезнь в одной культуре, может совсем не считаться таковой в другой. И это понятно. Но попытки распространить идею социального конструкционизма на естественнонаучные понятия вызывают возражения. В отличие от социальных конструктов естественнонаучные понятия пре-детерминированы природой.

Вообще говоря, даже по отношению к гуманитарным понятиям было бы упрощением говорить, что они имеют только социальную природу. Как бы по-разному ни толковалось понятие болезнь в различных культурах, есть нечто общее, какая-то общая природная основа, на которой строятся и негативные и позитивные интерпретации. Существуют некоторые свидетельства, такие как странности поведения человека, указывающие на отклонения от норм, принятых в различных культурах. Шаманы и колдуны все-таки сильно отличаются от обычных людей, даже если они функционируют только в примитивных обществах.

Представители разных культур могут по-разному понимать, что такое счастье. Но ведь нельзя не согласиться с тем, что такой фактор, как субъективное восприятие индивидом условий его существования (а это не социальный, а материальный и психологический факторы), играет в данном случае определенную роль. Так что и в случае с гуманитарными понятиями можно говорить о некоторой пре-детерминированности их смыслов природными факторами, в данном случае окружающей средой или характером, генотипом индивида. Оба типа понятий и естественнонаучных, и гуманитарных несут на себе отпечаток влияния не только социума, но и природы. Различие здесь в степени. Но пренебрегать этим различием – значило бы упрощать ситуацию.

## Проблема Пиккеринга

Одним из наиболее последовательных приверженцев социального конструкционизма является Э. Пиккеринг. Его книга «Конструирование кварков» [Pickering, 1984] широко известна в кругах физиков,



философов и историков науки. Основная идея книги выражена четко в самом ее названии. И **эта идея многих шокирует**. Кварки – элементарные частицы; согласно стандартной модели физики элементарных частиц они выступают вместе с другими частицами строительными блоками универсума. «Как же они могут быть сконструированными, если даже не иметь в виду социально сконструированными?» – спрашивает в этой связи Хакинг [Hacking, 1999, p. 78]. **Пытаясь рационально объяснить** и себе, и читателю позицию Пиккеринга, Хакинг проводит различие между кварками как объектами и кварками как идеями. Кварки – это объекты. И Пиккеринг, оказывается, совсем не имеет в виду, что конструктами выступают кварки как объекты. Но это в корне меняет суть дела. «Сказать, что Пиккеринг писал об идее кварков, скорее чем о самих кварках, значит лишить его главный тезис новаторства, – пишет Хакинг. – Ведь Пиккеринг намеревался писать не просто историю событий в физике высоких энергий в течение 70-х гг. прошлого века, он хотел говорить о чем-то более значимом. Но в чем заключается это “более значимое”», – задается вопросом Хакинг [Hacking, 1999, p. 79].

Одна из наиболее радикальных идей Пиккеринга (как он сам разъясняет Хакингу в одном из своих писем) состоит в том, что Пиккеринг считает, что кварковый путь не был для физики неизбежным. Физика 1970-х гг. отличается от докварковой физики. Различия есть и в отношении идей и в отношении аппаратуры. Финансовая поддержка физики высоких энергий могла прекратиться уже в послевоенное время: пришло время решения социальных проблем. Автор термина «кварк» (он же автор книги «Кварк и ягуар») М. Гелл-Ман мог стать экспертом не по кваркам, а по ягуарам (шутит Хакинг) [Hacking, 1999, p. 79].

Именно эта мысль беспокоит Пиккеринга. Он не верит в неизбежность хода истории физики высоких энергий. С его точки зрения эти изменения носят во многом случайный характер. Они не предопределены. Но далеко не все физики согласны с ним. Большая часть их думает иначе. Вот, например, позиция уже упоминавшегося в статье Нобелевского лауреата Шелдона Глэшоу. Он уверен, что «существуют вечные, объективные, социально нейтральные и универсальные истины и собрание (*assemblage*) этих истин есть то, что мы называем физической наукой» (цит. по: [Hacking, 1999, p. 88]).

Если судить по первой части моей статьи, я – на стороне Глэшоу. Но если вести в дискурс такой факт, что сами законы физики не являются чем-то неизменным, что они эволюционируют со временем (по крайней мере, если мы живем во Вселенной, моделью которой является концепция Большого взрыва), над проблемой, поднятой Пиккерингом, стоит поразмышлять. Известный физик-теоретик Ли Смолин, касаясь вопроса изменения законов в своей книге «Возвращение времени», отмечает, что если они менялись, то можно про-



следить, как менялись свойства Вселенной, от одной стадии развития Вселенной до наших дней, но невозможно утверждать, что этот набор свойств – единственный из возможных [Смолин, 2014, с. 11]. А ведь свойства Вселенной, да и ее законы, действительно менялись и весьма радикальным образом. Не вдаваясь в детали, можно напомнить, что в первые моменты существования Вселенной все четыре известных взаимодействия (сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное) представляли собой одно взаимодействие; их единство было разрушено нарушениями симметрии, которые осуществлялись при охлаждении Вселенной вследствие ее расширения. Ну а что если мы живем в стационарной вселенной (например, вселенной Цвикки), где законы природы остаются неизменными? Можем ли мы тогда утверждать, что есть только один неизбежный путь развития физики?

Впрочем, проблема, поднятая Пиккерингом, хотя и очень интересная, уже выходит за рамки данной статьи и требует самостоятельного анализа. Нам важно подчеркнуть, что сам Пиккеринг не сомневался в том, что кварки – не социальные конструкты, а реальные объекты. Они были открыты под давлением новых теоретических идей в физике высоких энергий и их существование было подтверждено экспериментами. Размышляя над проблемой Пиккеринга, мы не должны упускать из вида вопрос об истине, об объективности знания. Нельзя забывать, что главная задача физики – выяснение того, что представляют собой строительные блоки универсума. И признание того, что кварки являются реальными объектами, а не социальными конструктами, такими же реальными как промежуточные  $W$ - и  $Z$ -бозоны или бозон Хиггса, является важным шагом на пути к решению этой задачи.

### Список литературы

- Гейзенберг, 1987 – *Гейзенберг В.* Встречи и беседы с Альбертом Эйнштейном // *Гейзенберг В.* Шаги за горизонт. М.: Прогресс, 1987. 368 с.
- Кант, 2006 – *Кант И.* Соч. Т. 2 .Ч. 1. М.: Наука, 2006. 936 с.
- Огурцов, 2010 – *Огурцов А.П.* «Жизненный мир» и кризис науки // *VOX.* 2010. № 9. URL: <http://vox-journal.org/html/issues/vox9/133> (дата обращения: 10.07.2016).
- Рубаков, 2014 – *Рубаков В.А.* Бозон Хиггса открыт. Что дальше? URL: [https://www.youtube.com/watch?v=bpWjxS9Xb\\_0](https://www.youtube.com/watch?v=bpWjxS9Xb_0) (дата обращения: 18.10.2016).
- Смолин, 2014 – *Смолин Л.* Возвращение времени. От античной космогонии к космологии будущего. М.: АСТ, 2014. 384 с.
- Хайдеггер, 1997 – *Хайдеггер М.* Бытие и время / Пер. с нем. В.В. Бибихина. М.: Ad Marginem, 1997. 447 с.



Хайдеггер, 2012 – *Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары. Протоколы – беседы – письма. Вильнюс: Европ. гуманитар. ун-т, 2012. 329 с.

Хакинг, 1998 – *Хакинг Я.* Представление и вмешательство. Начальные вопросы философии естественных наук / Пер. с англ. С. Кузнецова; отв. ред. Е.А. Мамчур. М.: Логос, 1998. 291 с.

Hacking, 1999 – *Hacking I.* The social construction of what? N.Y.: Harvard University Press, 1999. 272 p.

Keenoy, 2013 – *Keenoy T.* Materializing material: some reflections on the Higgs Boson, discourse and materiality. Cardiff: Cardiff Business School, 2013. 265 p.

Latour, Woolgar, 1979 – *Latour B., Woolgar S.* Laboratory Life: The social construction of Scientific Facts. 2<sup>nd</sup> ed. Princeton: Princeton University Press, 1979. 296 p.

Pickering, 1984 – *Pickering A.* Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1984. 438 p.

Rorty, 1999 – *Rorty R.* The social construction of what? // The Atlantic Monthly, 1999, November 1999; Phony Science Wars – 99.11. Vol. 284. No. 5. P. 120–122. URL: <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1999/11/phony-science-wars/377882/> (дата обращения: 15.09.2016).

Searle, 1995 – *Searle J.R.* The construction of social reality. N.Y.: The Free Press, 1995. 256 p.

## References

Hacking I. *Predstavlenie i vmeshatel'stvo. Nachal'nye voprosy filosofii estestvennykh nauk* [Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural science]. Moscow: Logos, 1998. 291 pp. (In Russian)

Hacking I. *The social construction of what?* New York: Harvard University Press, 1999. 272 pp.

Heidegger M. *Bytie i vremya* [Sein und Zeit]. Trans. by V.V. Bibikhin. Moscow: Ad Marginem, 1997. 447 pp. (In Russian)

Heidegger M. *Tsollikonovskie seminary. Protokoly – besedy – pis'ma* [Zollicon seminars. Protocols, talks and letters]. Vilnius: Evropeiskii gumanitarnyi universitet, 2012. 329 pp. (In Russian)

Heisenberg W. “Vstrechi i besedy s Al'bertom Einshteinom” [Encounters and Conversations with Albert Einstein], in: Heisenberg W. *Shagi za gorizont* [Steps beyond the horizon]. Moscow: Progress, 1987. 368 pp. (In Russian)

Kant I. *Sochineniya*. [Works. Vol. 2]. Moscow: Nauka, 2006. 936 pp. (In Russian)

Keenoy T. *Materializing material: some reflections on the Higgs Boson, discourse and materiality*. Cardiff: Cardiff Business School, 2013. 265 pp.

Latour B., Woolgar S. *Laboratory Life: The social construction of Scientific Facts*. 2<sup>nd</sup> ed. Princeton: Princeton University Press, 1979. 296 pp.

Ogurtsov A.P. “‘Zhiznennyi mir’ i krizis nauki” [“Lebenswelt” and the crisis of science], in: VOX, 2010, no. 9. [<http://vox-journal.org/html/issues/vox9/133>, accessed 10.07.2016] (In Russian)

Pickering A. *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1984. 438 pp.



Rorty R. “The social construction of what?”, *The Atlantic Monthly*, November 1999; Phony Science Wars – 99.11. Vol. 284. no. 5. P. 120–122. [<http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1999/11/phony-science-wars/377882/>, accessed on 15.09.2016].

Rubakov V.A. *Bozon Khiggsa otkryt. Chto dal'she?* [The Higgs boson is opened. What's next?]. [[https://www.youtube.com/watch?v=bpWjxS9Xb\\_0](https://www.youtube.com/watch?v=bpWjxS9Xb_0), accessed on 18.10.2016] (In Russian)

Searle J.R. *The construction of social reality*. New York: The Free Press, 1995. 256 pp.

Smolin L. *Vozvrashchenie vremeni. Ot antichnoi kosmogonii k kosmologii budushchego* [The refund of the time. From Antic cosmology towards the codmology of the future]. Moscow: AST, 2014. 384 pp. (In Russian)