



ВСЕЛЕННЫЕ РОЖДАЮТСЯ В ЛАБОРАТОРИИ

Виталий АНТРОПОВ

(Историк и философ науки, независимый исследователь)

Поступила в редакцию: 09.09.2025

Принята к публикации: 11.09.2025

Не сильно ошибаясь, современных физиков можно уподобить если не колдунам, то волшебникам. Иногда добрым, иногда злым... Физики всерьёз занимаются экспериментами по получению материи из вакуума.

Международная группа учёных опубликовала в журнале Nature работу, в которой описала эффекты, возникающие при скручивании тончайших слоёв квантовых материалов. При повороте примерно на три градуса друг относительно друга возникает новое качество материи.

Электронные зоны слоёв становятся очень "плоскими". Это усиливает их взаимодействие и позволяет реализовать необычные квантовые эффекты. В некоторых случаях электроны могут группироваться в особые кристаллические узоры – например, шестиугольные или так называемые кагоме-решётки. И всё это в перспективе, как надеются физики, позволит получить квантовые жидкости, до сих пор неуловимые. Прагматический интерес тоже понятен – сверхпроводимость при высоких температурах.

В общем, возможные состояния материи, похоже, ещё далеки от исчерпаемости. Но значительно более интригующий вопрос – откуда берётся сама материя. Пусть и квантовая.

* * *

Теоретической физике уже давно пророчат стать всего лишь частью эстетики. Ещё в 1993 году физик Дэвид Линдлей опубликовал статью "The End of Physics". Физики, работающие над теорией суперструн (космологическая теория, возникшая более тридцати лет назад как попытка построения объединённой квантовой теории фундаментальных взаимодействий, включающей гравитацию – В.А.), заявлял Линдлей, больше не занимаются физикой, потому что их теоретические выкладки никогда не могут быть подкреплены объективными экспериментами, а только субъективными критериями – элегантность и красота. Физике частиц, пришёл к выводу Линдлей, грозит стать ветвью эстетики.

И вот сегодня впервые в истории учёные смогли *экспериментально подтвердить*, что материя может рождаться буквально из вакуума! Международная команда физиков под руководством Михаила Лукина из Гарварда провела уникальный эксперимент на квантовом симуляторе Aquila, который построен на основе 256 охлаждённых нейтральных атомов, связанных между собой квантовыми связями и выстроенных в специальный узор. Этот узор – схема кагоме, напоминающая японскую мозаику, – позволил максимально точно смоделировать поведение кварков, антикварков и глюонов, то есть элементарных частиц, отвечающих за сильные ядерные взаи-

модействия, склеивающие протоны и нейтроны в атомном ядре.

Согласно квантовой хромодинамике, если попытаться разорвать связь между кварками, энергия этой связи становится настолько огромной, что из вакуума появляются новые частицы и античастицы – буквально из "ничего". В эксперименте учёные впервые смогли воспроизвести этот процесс рождения пар частиц из вакуума с помощью программируемого квантового симулятора. Для этого понадобилось 59 атомов, расположенных по схеме кагоме, чтобы смоделировать ключевые взаимодействия значимых ядерных сил. "Мы впервые воспроизвели процесс рождения пар частиц из вакуума при помощи программируемого квантового симулятора", – отмечают авторы публикации в Nature. Редакция отмечает: происхождение материи перестаёт быть чистой теорией – и становится управляемым процессом, доступным для наблюдения.

Опять же к этому status quo тоже подбирались постепенно. В 2021 г. в международном научном журнале Optica появилась статья группы южнокорейских учёных из Центра релятивистской лазерной науки, Научно-исследовательского института передовой фотоники и Кафедры физики и фотонных наук Института науки и технологий Кванджу. Физики смогли сконцентрировать излучение от мощного петаваттного лазера в пятно интенсивностью свыше 10^{23} ватт на квадратный сантиметр. Зачем это нужно и чем нам грозит?

Дело в том, что современная физика действительно научилась создавать материю – или по крайней мере наблюдать рождение частиц – из вакуума с помощью мощных

лазеров. Это звучит как научная фантастика, но на самом деле основано на квантовой теории: вакуум – не абсолютная пустота, а бурлящее море виртуальных частиц, которые постоянно появляются и исчезают.

Российский физик-теоретик, академик Валерий Рубаков в свое время (1998 г.), отмечал: "...Физический вакуум – это очень нетривиальный объект. И многие свойства частиц прямо связаны со структурой вакуума. Аналогия здесь такая. Представьте себе, что у вас есть твердое тело; в зависимости от того,

одна из наиболее увлекательных задач для теоретиков – узнать, как устроен вакуум, как устроена пустота. Это, может быть, звучит немного парадоксально. Но это на самом деле очень серьезный вопрос.

в каком оно состоянии находится – в кристаллическом или аморфном, – от этого зависит, как устроено возбуждение, какие волны, скажем, звуковые, как проходят в этом теле... Так вот, частицы – аналог этих волн, а вакуум – это аналог основного состояния, и от того, как оно устроено, конечно, зависит очень многое.

Одна из наиболее увлекательных задач для теоретиков – узнать, как устроен вакуум, как устроена пустота. Это, может быть, звучит немного парадоксально. Но это на самом деле очень серьезный вопрос. Если вам удалось выяснить, как устроен вакуум, после этого вы можете сказать – как устроена частица, которая может в нем распространяться"¹.

К этому состоянию физики – и теоретики, и экспериментаторы – сегодня подошлись вплотную. Когда

учёные направляют сверхмощные лазерные пучки (интенсивность излучения – триллионы ватт на квадратный сантиметр) на тонкие металлические фольги или фокусируют несколько лучей в одной точке, их электромагнитные поля становятся настолько сильными, что способны "вытолкнуть" эти виртуальные частицы в реальность. В результате возникают пары электрон–позитрон – частицы материи и антиматерии.

Недавно физики даже смоделировали, как из вакуума появляется новый луч света – это так называемое четырёхволновое смешение: три лазерных луча взаимодействуют с квантовым вакуумом и рождается четвёртый, буквально "свет из ничего".

Сообщение об этой работе появилось в журнале *Communications Physics* в июне 2025 г. Учёные из Оксфордского университета опубликовали в этом издании статью "Computational modelling of the semi-classical quantum vacuum in 3D" ("Вычислительное моделирование полуклассического квантового вакуума в 3D"). Авторы так поясняют суть своей работы: "Глобальный ввод в эксплуатацию многогигаваттных лазерных систем открывает беспрецедентный доступ к сверхсильным электромагнитным полям для исследования квантового вакуума. Однако существующие аналитические модели ограничены, что требует проведения крупномасштабного моделирования для экспериментальной проверки. В данной работе мы представляем результаты трёхмерного моделирования двух квантовых вакуумных эффектов в реальном времени

¹ Ваганов А.Г., Миф – Технология – Наука. М. Центр системных исследований. 2000. 166 с.

с использованием полуклассического численного метода, основанного на лагранжиане Гейзенберга–Эйлера. <...> Этот подход открывает путь для углубленного исследования широкого спектра квантовых вакуумных эффектов в любой произвольной лазерной установке”.

Другими словами, учёные показали на расчётной модели, что, сконцентрировав в точке три лазерных луча петаваттной мощности, можно ожидать, что высокоэнергетические виртуальные части кипящего вакуума будут *материализовываться*. Или, говоря более строго, лазерное перекрестие должно поляризовать виртуальные частицы, после чего лучи смешиваются и рожают новые волны света, хотя никакой материи в области взаимодействия нет.

Невольно вспоминается библейское: “...Да будет свет. И стал свет”.

Но в данном случае исследователи использовали программный пакет OSIRIS и провели детальные трёхмерные расчёты. Выяснилось, что при правильной конфигурации лучи могут менять направление, складываться и даже создавать новые фотоны. Одновременно проявляется эффект вакуумного двулучепреломления, когда поляризация света меняется так же, как при прохождении через кристалл, только роль кристалла играет сам вакуум, искривлённый силовыми полями. Подобное явление предсказывали десятилетиями, но увидеть хотя бы в симуляции удалось впервые.

Всё это не только подтверждает “странные” предсказания квантовой физики, но и открывает новые горизонты для изучения Вселенной и создания новых технологий.

В общем, вакуум по квантовой теории – не пустота, а “кипящее” море виртуальных частиц, которые могут стать реальными при экстремально мощном воздействии, например с помощью сверхмощных лазеров. В России строят установку XCELS, чтобы с помощью экзаваттных лазеров (10^{18} ватт, один квинтиллион) наблюдать рождение материи и антиматерии непосредственно из вакуума, моделируя процессы, которые происходили в ранней Вселенной.

Уже есть, как мы убедились выше, успешные симуляции и первые эксперименты: учёные из Оксфорда и Южной Кореи показали, что можно получить свет и даже антивещество из “ничего”, используя мощные лазеры. В лабораториях уже наблюдают появление позитронов (античастиц электронов) из вакуума.

ИТАК, МАТЕРИЯ ИЗ ВАКУУМА – ЭТО УЖЕ ПОЧТИ РЕАЛЬНОСТЬ, И БЛИЖАЙШИЕ ГОДЫ ОБЕЩАЮТ ЕЩЁ БОЛЕЕ ПОТРЯСАЮЩИЕ ОТКРЫТИЯ.

* * *

Итак, материя из вакуума – это уже почти реальность, и ближайшие годы обещают ещё более потрясающие открытия.

Но экспериментальное создание материи из “пустоты” на квантовом симуляторе – это не только научный, но и философский прорыв. С философской точки зрения вакуум уже давно рассматривается как особая форма материи, а не просто “ничто”: это основное состояние квантовых полей, из которого может возникать всё сущее. Такой подход сближает современные научные представления с древними философскими идеями о Пустоте как первооснове мира.

Для космологии это особенно важно. Эти данные подтверждают, что процессы рождения материи из вакуума – не абстракция, а реально наблюдаемое явление. И это помогает понять ранние этапы эволюции Вселенной, когда энергия вакуума превращалась в материю. Это укрепляет принцип единства материи: всё во Вселенной связано и может переходить из одной формы в другую.

В целом, такие эксперименты расширяют философские горизонты: они показывают, что граница между “ничем” и “чем-то” (субстанцией) весьма условна, а наше понимание бытия и происхождения мира ста-

для космологии это особенно важно. Эти данные подтверждают, что процессы рождения материи из вакуума – не абстракция, а реально наблюдаемое явление. И это помогает понять ранние этапы эволюции Вселенной, когда энергия вакуума превращалась в материю.

новится всё более глубоким и конкретным. При этом новые установки позволят изучать эти процессы ещё глубже. Хотя, казалось бы, – куда глубже...

Здесь мы вольно или невольно принуждены будем задать детский вопрос: а из чего соткана сама ткань пространства, в котором разыгрываются такие квантовые сценарии? В другом варианте это звучит так: что было до Большого Взрыва?

Академик Валерий Рубаков видел такие варианты ответа: «Не исключено, что толчком для развития Вселенной по инфляционной, раздувающейся модели послужили квантово-гравитационные эффекты. Сложный вопрос и ещё не разработанный, но есть попытки понять, что было до инфляции, что происхо-

дило вместо сингулярности, вместо Большого Взрыва, как родилась Вселенная. Похоже, что это был квантовый процесс, хотя могут быть разные точки зрения. <...> Например, это может быть процесс квантового рождения Вселенной. Самый простой вариант. Представьте себе, что есть другая Вселенная, с нашей никак не связанная. Мы могли от неё отпочковаться квантовым образом. Отпочковались, потом инфляция нашу Вселенную раздула, и дальше она превратилась в то, что мы сейчас и имеем. Есть множество других вариантов.

Конечно, это сложный вопрос. Есть варианты такие, что Вселенная возникает квантовым образом, но не отпочковываясь, а... Даже трудно подобрать определение. Есть такой термин – “рождение Вселенной из ничего”».

Отметим, что приведённые высказывания академика Рубакова относятся к ситуации, которая сложилась в физике к 1998 году. Сегодня, пытаясь ответить на эти вопросы, мы попадаем в ситуацию, которую описали в начале этой статьи: физике грозит стать ветвью эстетики. А как ещё можно относиться к сценарию, который предлагает бывший заведующий кафедрой астрономии Гарвардского университета (2011–2020), директор-основатель Гарвардской инициативы по чёрным дырам и директор Института теории и вычислений Гарвардско-Смитсоновского центра астрофизики Ави Лёб? В октябре 2021 г. в блоге журнала Scientific American он разместил текст с таким названием: “Was Our Universe Created in a Laboratory?”

(“Была ли наша Вселенная создана в лаборатории?”).

Американский учёный прежде всего отмечает: “Сегодня в научной литературе существует много гипотез о нашем космическом происхождении, в том числе идеи о том, что наша Вселенная возникла в результате флуктуации вакуума, или что она циклична с повторяющимися периодами сжатия и расширения, или что она была выбрана по антропному принципу. Из теории струн мультиверса (пены вселенных – **В.А.**) – где, как говорит космолог Массачусетского технологического института Алан Гут, «“всё, что может произойти, произойдёт... бесконечное число раз”, или “что она возникла в результате коллапса материи внутри чёрной дыры”».

Сам он рассматривает ещё более экзотический вариант: “Наша Вселенная была создана в лаборатории передовой технологической цивилизации. Поскольку наша Вселенная имеет плоскую геометрию с нулевой суммарной энергией, продвинутая цивилизация могла бы разработать технологию, создающую детскую вселенную из ничего с помощью квантового туннелирования”.

Помимо всего прочего, это означает, что “наша” (приходится завычивать это слово в данном контексте) Вселенная участвует в очень жестком эволюционном соревновании с другими детскими вселенными.

«Те “более умные дети в нашем космическом блоке”, которые способны разработать технологию, необходимую для создания дочерних вселенных, являются двигате-

лями космического дарвиновского процесса отбора, в то время как мы пока не можем обеспечить возрождение космических условий, которые привели к нашему существованию. Можно сказать, что наша цивилизация по-прежнему космологически бесплодна, поскольку мы не можем воспроизвести мир, создавший нас».

Обратим внимание – “в нашем космическом блоке”. Значит, передовых технологических цивилизаций - творцов вселенных может быть несколько. Много. Бесконечно много...

К чему могут привести такие эксперименты? Возможно, правильный ответ на этот метафизический вопрос дал отечественный философ Эвальд Васильевич Ильенков. Он был радикален: «Реально это можно представить себе так. В какой-то, очень высокой, точке

СЕГОДНЯ В НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ СУЩЕСТВУЕТ МНОГО ГИПОТЕЗ О НАШЕМ КОСМИЧЕСКОМ ПРОИСХОЖДЕНИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ИДЕИ О ТОМ, ЧТО НАША ВСЕЛЕННАЯ ВОЗНИКЛА В РЕЗУЛЬТАТЕ ФЛУКТУАЦИИ ВАКУУМА, ИЛИ ЧТО ОНА ЦИКЛИЧНА С ПОВТОРЯЮЩИМИСЯ ПЕРИОДАМИ СЖАТИЯ И РАСШИРЕНИЯ, ИЛИ ЧТО ОНА БЫЛА ВЫБРАНА ПО АНТРОПНОМУ ПРИНЦИПУ.

своего развития мыслящие существа, исполняя свой космологический долг и жертвуя собой, производят сознательно космическую катастрофу – вызывая процесс, обратный “тепловому умиранию” космической материи, т.е. вызывая процесс, ведущий к возрождению умирающих миров в виде космического облака раскалённого газа и пара»².

² Эвальд Ильенков. Космология духа // Ильенков Э.В. Космология духа. Избранные произведения. М.: Новые перспективы, 2022. 256 с.