

ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИДЕИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ONTOLOGICAL IDEAS OF THEORETICAL PHYSICS

**M. Openkov
N. Tetenkov**

Summary. The article considers the goals and objectives of theoretical physics, as well as the possibility of creating a language to describe physical reality. Quantum computer science claims that quantum computer will allow to create such a language, and this will lead to a revision of the fundamental aspects of quantum mechanics. We are faced with a dilemma: for a quantum computer will be built, or it turns out that quantum mechanics is incomplete, which will lead to a revision of views on physical reality.

Keywords: theoretical physics, physical reality, quantum mechanics, quantum computer.

Опёнков Михаил Юрьевич

*Д.ф.н., профессор, Северный (Арктический)
федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
Архангельск, Россия
kotobarz@gmail.com*

Тетенков Николай Борисович

*К.ф.н., доцент, Северный Арктический федеральный
университет имени М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия
tanibo@yandex.ru*

Аннотация. Статья рассматривает цели и задачи теоретической физики, а также возможность создания языка, позволяющего описать физическую реальность. Квантовая информатика утверждает, что квантовый компьютер позволит создать такой язык, и это приведёт к пересмотру фундаментальных аспектов квантовой механики. Мы оказываемся перед дилеммой: либо квантовый компьютер будет построен, либо окажется, что квантовая механика неполна, что приведет к пересмотру взглядов на физическую реальность.

Ключевые слова: теоретическая физика, физическая реальность, квантовая механика, квантовый компьютер.

В начале двадцатого века теоретическая физика, входившая в философский факультет, выделяется из него в качестве самостоятельной науки.

Задачи, которые теоретическая физика поставила перед собой в качестве самостоятельная наука можно определить, как 1) индуктивная: открывать фундаментальные законы конкретных областей физической реальности, исходя из результатов частных опытов; 2) дедуктивная: исходя из фундаментальных законов, попытаться описать поведение физических систем и предсказать результаты конкретных экспериментов.

Одной из основных особенностей теоретической физики является высокая степень использования ею математики, тем не менее теоретическая физика не является разделом математики, так как математика ограничена только требованиями логической определенности и непротиворечивости, а физика приходится беспокоиться о соответствии вводимых понятий физическому объекту, а не об удобстве рассмотрения или логической стройности.

Исходя уже из этих предпосылок, можно сказать, что теоретическая физика, будучи по методу точной наукой, тем не менее по преимуществу естественная наука по предмету и целям исследования.

Для теоретической физики математика — это вспомогательное средство, от которого не следует ждать большей точности, чем точность исходных предпосылок. Так

как объект исследования сложен, теоретическая физика конструирует модели, в которых сохраняются только его основные характеристики и которые абстрагируются от не существенных для рассматриваемого явления деталей: так в физике используются абстрактные понятия «абсолютно черное тело», «несжимаемая жидкость», «материальная точка» и т.д.

Существуют и другие точки зрения по этому вопросу: так академик В. И. Арнольд считал, что математика — это часть теоретической физики, где эксперименты дешевы, а математика для него — часть физики, то есть экспериментальная наука [1].

Поль Дирак утверждал, что физик никогда не должен опираться на физическую интуицию, так как интуиция — имя для предвзятых мнений. Для Дирака, правильный путь заключается в том, чтобы взять математическую теорию и последовательно развивать ее к возможно наиболее важным моделям, а сами физические законы должны обладать математической красотой.

Грядущие изменения будут настолько значительными, что способностей человеческого ума может оказаться недостаточно для открытия новых идей. Именно такие идеи совершенно необходимы для того, чтобы, исходя из опытных результатов, попытаться сразу же сформулировать их в математических терминах.

Самый эффективный метод — это использование всех ресурсов чистой математики для усовершенство-

вания и обобщения математического формализма, образующего настоящую основу теоретической физики. Лишь добившись успеха в этом направлении, следует стремиться истолковать новые математические аспекты теории в терминах физических сущностей [2].

В качестве примера различия между физическим и математическим подходами можно привести поучительную историю из отечественной науки. Академик Я.Б. Зельдович выпустил книгу «Высшая математика для начинающих физиков и техников». В своей книге Зельдович определял производную функции как *«величину отношения приращения функции к приращению аргумента в предположении, что последнее мало»*. Известный алгебраист, академик Л.С. Понтрягин, был возмущен полным исключением понятий теории пределов и значительной части логического обоснования математического анализа. Ответ Зельдовича состоял в том, что физиков всегда интересуют конечные приращения, а не абстрактно-математический предел. Делать приращения аргумента в пределах планковских масштабов величин — это явное превышение точности модели. Структура физического пространства / времени на столь малых интервалах не соответствует математической теории действительных чисел в силу квантовых феноменов. В любом реальном применении теории следует учитывать то, меньше чего не следует делать приращения, чтобы результаты теории соответствовали эксперименту [3].

Апелляция к интуиции также является одной из особенностей теоретической физики, так как подбор модели — это чаще всего не логическое, а интуитивное действие, что и определяет значение интуитивного мышления в теоретической физике.

Особое место в теоретической физике занимает приближенное рассмотрение. Математические вычисления для физических предсказаний очень сложны, и речь может идти лишь об их приближенном решении. Проверить оправданность приближения не всегда удается, так как для этого требовалось бы обладать точным решением. Кроме того, при чрезмерном увеличении точности рассматриваемые величины вообще могут исчезнуть.

Значит, существование подобных величин или функциональных зависимостей имеет приближенный характер.

Находясь на переднем крае своей науки, физики-теоретики не стремятся сразу описывать какую-либо опытную реальность, но действуют методом свободного мысленного эксперимента. Это напоминает философию «как если бы...» (als ob...).

Результатом таких поисков является построение теоретических моделей, которые сначала достаточно да-

леко от того, что физики готовы признать реальностью, примером может послужить судьба теоремы Янга-Миллса (1954).

Идея Янга и Миллса заключалась в том, что вращение изотопического спина соответствует превращению нейтрона в протон и обратно, но при отсутствии электромагнитного поля это вращение никак не влияет на характер взаимодействия, и только включение этого поля позволяет различить нейтрон и протон. Значит, сильное взаимодействие инвариантно относительно изотопических вращений.

В первоначальном варианте теория Янга-Миллса не могла быть привязана к физической реальности и выглядела лишь интересной математической игрушкой. Физики стали развивать высказанную идею и выстраивали новые теоретические схемы, хотя физическая значимость таких теорий оставалась непонятой до конца 1960-х годов. Позже была экспериментально подтверждаемая проекция, и теория Янга-Миллса стала основой стандартной модели физической реальности.

Стандартная модель — это конкретная реализация квантовой теории поля, которая описывает известные элементарные частицы, наблюдаемые экспериментально, и на данный момент нет серьезных разночтений между результатами эксперимента и предсказаниями стандартной модели.

Квантовая теория поля, как и механика, не обладает предсказательной силой, она является конструктом, и пока не указаны значения параметров, массу частиц и т.д. предсказательной силы быть не может [4].

Плодотворность теории Янга-Миллса состояла в методе построения моделей, но гносеологический аспект выражения не избавляет от вопроса об онтологическом значении этого метода. Янг и Миллс открыли не новую реальность, а новую онтологическую структуру. Поскольку они были физиками, то эту структуру они исследовали на примере модельно понятой физической реальности. Упрощенная модель реальности оказалась недееспособной, но лежащая в ее основе онтологическая структура доказала свою фундаментальную значимость для современной физики. Без различения физической реальности и физической онтологии было бы весьма затруднительно выразить соответствие теории Янга-Миллса самой природе вещей.

На переднем крае своих исследований современная теоретическая физика занята не столько физической реальностью, сколько построениями теоретически возможных онтологий, которым затем подыскивают реальные частицы, поля и струны, а также другие объекты [5].

Шестидесятые годы XX века были десятилетием тайн в физике элементарных частиц, так как открытия новых частиц следовали одно за другим. В связи с этим возникли две философии элементарности, которые по-разному трактовали происходящее: 1) Джеффри Чу (Беркли) разработал так называемую «философию бутстрапа» или «шнуровочную философию». Чу был сторонником «ядерной демократии»: каждая частица вправе считаться элементарной, и нет во всем ансамбле более фундаментальных частиц и менее фундаментальных. 2) Альтернативой «шнуровочной» модели стала кварковая модель.

По словам Шелдона Глэшоу, при определении элементарности каждый раз познание двигается по логически сходному пути:

1. открывается или выводится новый уровень реальности, появляются кандидаты в основные «первокирпичики материи»;
2. развивается теоретическая система, необходимая для понимания природы частиц, она появляется как «физика элементарных частиц» своего времени;
3. начинается взрывоподобное открытие ансамбля, якобы элементарных частиц. Кажется, что их слишком много, чтобы считать их воистину элементарными;
4. среди элементарных частиц обнаруживается правильная модель. Частицы группируются в системы или таблицы, показывают систематические разновидности физических и химических свойств;
5. эксперименты указывают на существование более глубокой структуры. Те частицы, которые ранее казались элементарными, ведут себя как сложные системы, образованные еще более простыми составляющими. Когда исследователи обнаруживают существование этих гипотетических составляющих, то на следующем уровне осуществляется возвращение к первому этапу («вечное возвращение»).

Трех разновидностей кварков (u, s, d) оказалось достаточно, чтобы объяснить существование сотен адронов, которые все еще открывали.

В кварковой модели сильнее всего смущал тот факт, что она превосходно работала. Количественные успехи, достигнутые при описании деталей структуры адронов, намного превзошли то, что ожидали от такой «наивной» картины.

Сам кварк обнаружен не был, тогда теоретики предложили новую модель, чтобы не отказываться от такой эффективной и элегантной теории: была высказана мысль, что кварки принципиально не наблюдаемы и не суще-

ствуют в свободном состоянии. Мезон, образованный кварком и антикварком, можно считать подобием магнита. Если разрезать магнит на две половины, то получатся два двухполюсных магнита. Аналогично любая попытка расщепления мезона приводит к созданию нового кварка и антикварка, вместо разделения кварков возникают два мезона [6].

В конце 70-х годов XX века ни один из адронов не рассматривался уже в качестве элементарной частицы. В физическом сообществе и в широких кругах, знакомых с популярной литературой, установился единодушный взгляд:

1. все адроны составлены из кварков, которые удерживаются вместе глюонами; динамика кварк-глюонных взаимодействий понята и математически сформулирована в квантовой хромодинамике (КХД);
2. сильное взаимодействие между адронами является как бы остатком «сверхсильного взаимодействия» между кварками и глюонами. Достаточно здесь вспомнить «асимптотическую свободу кварков»: не могут быть слишком близко друг к другу, но, чем дальше расстояние, тем сильнее взаимное притяжение.

Центральным моментом здесь является онтологический статус ненаблюдаемых теоретических сущностей: кварков и глюонов. Существуют ли они объективно в физическом мире? Если это так, то можем ли мы иметь о них истинное знание и каким образом?

По законам жанра на сцене появляются «реалисты» и «антиреалисты».

Реалисты уверены в объективном существовании ненаблюдаемых сущностей, так как они дают возможность получить успешное объяснение и давать верные предсказания. Исторические изменения научного знания являются прогрессивными по своей природе. Такие изменения означают аккумуляцию истинного знания об объективном мире, состоящего из наблюдаемых и ненаблюдаемых сущностей, структурированных определенным образом. Необходимость принятия ненаблюдаемых сущностей вытекает из гипотетико-дедуктивной методологии, лежащей в основе человеческих устремлений.

Антиреалисты указывают на двусмысленный статус ненаблюдаемой сущности и видят в ненаблюдаемых сущностях просто удобные фикции. Они игнорируют указания на успех объяснения и предсказания, считая данный успех слишком наивным.

Выдвигаются два аргумента, чтобы удалить понятие ненаблюдаемых сущностей из фундамента теоретических

наук. Логический аргумент основывается на понятии недоопределенности. В общем случае ни теоретические термины, ни ненаблюдаемые сущности не могут быть определены однозначно на основе эмпирических данных. Тезис недоопределенности допускает существование множества конфликтующих теоретических онтологий, тем самым аннулируется вопрос о том, какую онтологию следует принять в качестве истинной. При данном наборе эмпирических данных мы можем конструировать более, чем одну теорию, и каждая из них базируется на некоторых ненаблюдаемых сущностях. Эти сущности и рассматриваются как основная онтология теории, принятая для объяснения и предсказания, а сами теории совместимы с опытными данными. Гипотетические (ненаблюдаемые) сущности разных теорий конфликтуют между собой, они не могут быть все вместе истинными в отношении реальности. Таким образом, логически необходимая связь между ненаблюдаемыми сущностями и опытными данными затруднительна. Основание для заключения о реальности ненаблюдаемых сущностей, исходя из опытных данных, снимается, и вопрос об онтологическом статусе ненаблюдаемых сущностей не может быть решен. Он принимается как условный, а не объективный.

Второй исторический или социологический аргумент основывается на понятии научной революции Томаса Куна. Смена парадигм, по мнению антиреалистов, полностью устраняет принятие некой теоретической онтологии как онтологии реального мира. Такая трактовка исходит из релятивизма и радикального конструктивизма, но что возможно в идеологических фикциях «социальных наук», невозможно в фундаментальных науках. Кроме того, невозможно абсолютизировать историческую изменчивость знания, так как ставится под сомнение объективная и абсолютная истины, а вслед за ней научное познание лишается всякого смысла.

Структурный реализм был впервые сформулирован Анри Пуанкаре, а затем продуман Бертраном Расселом и Эрнстом Кассирером. Структура здесь понимается как система устойчивых отношений множества элементов или как система саморегулирующегося целого. Такая структура познаваема и определима единственным способом (оговорка: с точностью до изоморфизма ввиду ее изменчивой природы), и значит объективна.

Структурный реализм имеет оттенок феноменализма, где акцентировано внимание на структуре. Между тем, в адронной физике получает распространение алгебраический подход, который связан с понятием алгебры токов. Ток в квантовой теории поля есть математическое выражение, описывающее превращение одной частицы в другую или рождение пары частица/античастица. Алгебраический подход указывает на кварковый уровень реальности, что представляется в терминах глубокой

структуры и наводит на мысль о составной, кварковой модели адронов. С другой стороны, речь идет о переносчиках взаимодействий между ними — о глюонах.

Для структурализма в любых областях, за исключением математики, серьезной проблемой является то, что структура имеет отношение к реальному миру только тогда, когда она интерпретируется посредством выявления специфики элементов, ее составляющих. Поскольку структура может быть интерпретирована различными способами, то здесь опять появляется проблема недоопределенности.

В связи с этим возникли три версии структурного реализма:

1) Эпистемический структурный реализм, который характеризуется агностицизмом в отношении ненаблюдаемых сущностей. Область надежного научного знания ограничивается структурными аспектами реальности, которые реализуются в математических структурах. Соответственно, здесь не возникает необходимости ставить вопрос о природе элементов структуры.

Такое понимание структурности знания коррелирует с пессимистическим индуктивным аргументом. В нем история науки определяется как процесс, в котором аккумулируется структурное знание, при этом научное познание объявляется непрерывным и прогрессивным, Сочетание такого структурализма с индуктивным аргументом в отношении ненаблюдаемых сущностей делает его неотличимым от антиреализма.

2) Онтологический структурный реализм, который радикален в отношении метафизики и семантики. Для него реальны только структуры, которые принимаются в качестве единственных онтологических объектов, но не объекты. Тезис о непрерывности и прогрессе в историческом развитии науки, таким образом удается защитить вопреки куновскому утверждению об онтологической дискретности, но дается дорогой ценой, так как само понятие ненаблюдаемой сущности элиминируется из научного дискурса.

3) Конструктивный структурный реализм, который опирается на два основных допущения: 1) физический мир состоит из сущностей, которые структурированы и/или включены в большие структуры; 2) к сущностям любого вида можно приближаться через их внутренние и внешние свойства и отношения, которые познаваемы. Центральная идея состоит в том, что реальность ненаблюдаемой сущности может быть выведена из реальности ее структуры. В метафизическом плане это означает, что конструктивная версия отличается от онтологической тем, что фундаментальный характер дискурса сущности сохраняется, а в плане эпистемологии подчерки-

вается исторический характер конструирования этой фундаментальной онтологии из нашего структурного знания реальности. Фундаментальная онтология такого типа (онтология мира) имеет открытый характер и подвержена пересмотру с прогрессом науки.

Конструктивная версия проливает свет на то, что же действительно было достигнуто при формулировании КХД. Это не просто открытие новых частиц или сил, это открытие более глубокого уровня реальности, новый вид сущности, новая категория существования. Конструктивная версия может помочь историкам науки понять, что данное открытие было сделано благодаря структурному подходу.

Тут существенны четыре шага: понятие ненаблюдаемых сущностей (кварки, глюоны) было гипотетически сконструировано в результате давления со стороны накапливаемого структурного знания о феноменах (различные образцы свойств симметрии в данной области).

Реальность некоторый черт этих сущностей была установлена экспериментально. Речь идет о глубоко неупругом рассеянии электронов на протонах, выполненных на линейном ускорителе Стэнфордского центра. Интерпретация этого эксперимента привела к представлению о точечно-подобных ингредиентах адронов, обладающих асимптотической свободой (кварках).

Попытка согласовать различные экспериментальные и теоретические положения.

Специфические предсказания теории. Хотя кварки и глюоны не похожи на классические частицы с хорошо определенными спином и массой, однако их предсказанные свойства хорошо согласовались с тем, что наблюдалось в экспериментах на ускорителях, поэтому их физическая реальность не подвергалась сомнению.

Наблюдая совпадение опытных данных и кварковой модели в случае КХД, мы обнаруживаем путь, на котором признается реальность кварков. Они выступают как единственные кандидаты на роль фундаментальных частиц на этом этапе развития физики, хотя предсказание кварков первоначально определялось особенностями математических структур, таких как алгебры Ли.

Согласно структуралистскому пониманию сущностей, соответствие ненаблюдаемого (кварков и глюонов) реальности может быть только частичным, зависит от объема имеющихся знаний, и пока на этом основании понятие кварка подтверждается.

Квантовая теория поля (КТП), как специальный вариант квантовой механики, при реалистической интерпре-

тации ее формализма наследует те же трудности, связанные с измерением и «спутанными состояниями». Кварки не локализируются, в отличие от лептонов, в том смысле, что их свойства не отделяются от свойств конфигурационного пространства. Необходимым условием такого отделения является единичный электрический заряд, но кварки не подчиняются классическим правилам, ввиду наличия у них дробных зарядов (цвета). Между кварками также невозможно зафиксировать пространственное расстояние.

То, чему нас учит квантовая физика: мы можем получить некоторое вероятностное знание о феноменальной реальности или ее проявлениях, а также получить некоторое знание о реальности самой по себе, но последнее возможно только в контексте классической физики.

Структурное знание есть эпистемический доступ к ненаблюдаемым сущностям. Реальность этих сущностей обеспечивается объективным знанием структур и структурных отношений. Дверь прямого доступа к ненаблюдаемым сущностям закрыта. Объективное знание о лежащей в основании онтологии достигается путем исторического переговорного процесса между эмпирическими исследователями, теоретическими резонерами и метафизическими интерпретаторами [7].

Объективно существующая реальность, как подчеркивал Эйнштейн, в течение столетий была целью научного исследования. Наука выявляла элементы объективной реальности с помощью наблюдений, экспериментов, измерений. На основании этого создавалось по возможности полное описание изучаемой реальности. В начале XX века физики столкнулись с не преодоленной до сих пор проблемой в описании атомного мира. Полученные результаты наблюдений и экспериментов не позволяли создать полное и непротиворечивое описание процессов, происходящих в этом мире, а принцип дополнительности Бора фактически постулировал безнадежность любых попыток создать такое описание. Квантовая механика возникла и развивалась не как описание реальности, а как описание результатов наблюдений Копенгагенская интерпретация фактически зафиксировала этот статус квантовой теории [8].

Квантовая механика занимает уникальное место в истории науки. Она выдержала выполненные до сих пор проверки. Кульминацией этих проверок стала высочайшая точность, когда-либо достигнутая при проверке теории экспериментом — выполненное в 1987 году измерение магнитного момента электрона. Однако ее основы часто ставились под сомнение из-за огромных трудностей согласования квантовой физики с законами классической физики, управляющими макроскопическими телами. Если квантовая механика является

полной теорией природы, то почему она неприменима к повседневной жизни? В XXI веке проблема, состоящая в том, почему мир является квантовым, вновь вернулась на передний край физики. Нынешний прогресс нанотехнологий, благодаря которому компоненты компьютеров и носителей информации миниатюризированы до атомных масштабов, выводят нас на границы действия квантовой механики. Многие квантовые эффекты ставят предел миниатюризации, но открываются новые возможности, такие как квантовая обработка информации. Она дает огромный стимул к разработке устройств, которые не только могут затмить производительность имеющихся систем, но и могут подвести к границам применимости квантовой теории.

С точки зрения физики, новая область квантовой информатики предлагает очень полезный язык для пересмотра фундаментальных аспектов квантовой механики [9].

Квантовое вычисление — это нечто большее, чем более быстрая и миниатюрная технология реализации машин Тьюринга. Квантовый компьютер — это машина, реализующая уникальные квантово-механические эффекты, в особенности, интерференцию, что необходимо для выполнения совершенно новых вычислений, которые невозможно выполнить ни на одном классическом компьютере. Квантовое вычисление — это принципиально новый способ использования природы.

Классический компьютер универсален при наличии достаточного времени. С другой стороны, универсальность вычислений была бы бесполезна для генов, независимо от количества содержащейся в них информации, если бы ее передача не была легко обрабатываемой задачей. Скажем, если бы один репродуктивный цикл занимал бы миллиард лет.

Сам факт существования сложных организмов и непрерывного ряда постоянно совершенствующихся изобретений и научных теорий говорит о том, какого рода универсальность вычислений существует в реальности. Задача открытия каждой теории при наличии предыдущей легко решается с помощью вычислений при наличии уже известных законов и уже имеющейся технологии. Структура реальности должна быть многоуровневой для более легкого доступа к самой себе. Если рассматривать саму эволюцию как вычисление, то это говорит нам, что существовало достаточно много жизнеспособных организмов, закодированных ДНК. Это позволило эволюционно вычислить организмы с высокой степенью адаптации, используя ресурсы, предоставленные предками с низкой степенью адаптации.

Дэвид Дойч утверждает, что в физической реальности существует постижимое самоподобие, выраженное

в принципе Тьюринга: можно построить генератор виртуальной реальности (компьютер), репертуар которого включает любую физически возможную среду. Отдельный физический объект, который можно построить, способен имитировать все варианты поведения и реакции любого другого физически возможного объекта или процесса, что делает реальность постижимой и возможной эволюцию живых организмов.

Законы физики гарантируют, что соответствующие эволюционные процессы, такие, как жизнь и мышление, не являются трудоемкими, не требуют слишком много дополнительных ресурсов, чтобы произойти в реальности. Законы физики не только позволяют существование жизни и мышления, но требуют от них эффективности.

Универсальные генераторы виртуальной реальности не только возможны, их можно построить так, что они не потребуют нереально больших ресурсов для передачи простых аспектов реальности. Это и есть принцип универсальности Дойча.

Теория хаоса касается ограничений получения предсказаний, проистекающей из факта внутренней неустойчивости всех классических систем. Неустойчивость не имеет ничего общего с тенденцией буйного поведения или распада, она связана с чрезмерной чувствительностью к начальным условиям.

Допустим, нам известно начальное состояние комплекта бильярдных шаров, катящихся по столу. Эта физическая система подчиняется законам классической физики в хорошем приближении. Если это так, то мы можем предсказывать ее будущее поведение, например, попадет ли шар в данную лузу, однако разница между реальной траекторией и предсказанной траекторией, вычисленной из слегка неточных данных, стремится расти экспоненциально и нерегулярно во времени, что и называют хаотическим поведением. Через некоторое время первоначальное состояние, содержащее небольшую погрешность, уже не сможет быть ключом к поведению системы.

Движение планет, классическая предсказуемость в миниатюре, — нетипичная классическая система. Чтобы предсказать поведение классической системы через небольшой промежуток времени, необходимо определить начальное состояние этой системы с невозможно высокой точностью, поэтому говорят, что взмах крыла бабочки в одном полушарии может вызвать ураган в другом полушарии. Неспособность дать точный прогноз глобальной динамики погоды на планете приписывают невозможности учесть каждую бабочку.

Дойч проводит различие между непредсказуемостью и трудностью обработки. Для него непредсказуемость

не имеет ничего общего с имеющимися вычислительными ресурсами. Классические системы непредсказуемы в силу их чувствительности к начальным условиям. Квантовые системы не обладают такой чувствительностью, но в различных вселенных ведут себя по-разному, поэтому в большинстве вселенных кажутся случайными. В обоих случаях никакой объем вычислений не уменьшит непредсказуемость.

Трудность обработки — проблема вычислительных ресурсов, она относится к ситуации потенциальной осуществимости. Мы могли бы сделать предсказание абсолютно точным, располагай мы неограниченными временем и ресурсами, однако каждая реальная научная задача финальна, выполняется за конечное число шагов, иначе она нерешаема. По мнению Дойча, допущение мультиверсума делает квантовые системы не просто вероятностными, но предсказуемыми.

Квантовые компьютеры используют квантовую странность, чтобы выполнять задачи, слишком сложные для обычных компьютеров. Квантовый бит, или кубит, может находиться в состоянии 0 и 1 в одно и то же время, тогда как классический бит может содержать только 0 или 1. Квантовый компьютер может выполнять миллионы вычислений одновременно и обрабатывать информацию, хранящуюся в отдельных атомах, электронах и фотонах.

Квантовый компьютер — это демократия в мире обработки информации: каждый атом, электрон или фотон равным образом участвуют в процессах хранения и обработки информации, и эта фундаментальная демократия информации не ограничена квантовыми компьютерами. Все физические системы в основе своей являются квантово-механическими, и все физические системы записывают, содержат и обрабатывают информацию [10].

Мир построен из элементарных частиц, и каждый элементарный фрагмент физической системы запечатлевает часть информации: одна частица — один бит. Взаимодействуя между собой, эти фрагменты постепенно преобразуют и обрабатывают информацию, бит за битом. Каждое столкновение элементарных частиц действует как простая логическая операция. Чтобы осознать любую физическую систему с точки зрения ее битов, нужно хорошо понимать механизм, посредством которого каждый элемент этой системы записывает и обрабатывает информацию. Если мы выясним, как это делает квантовый компьютер, то узнаем также, как это делает физическая система.

Идею такого компьютера в начале 1980-х годов предложили Пол Бенев, Ричард Фейнман, Дэвид Дойч и другие. В то время квантовые компьютеры были чисто абстрактной концепцией. Никто не знал, как можно их создать. В начале 90-х стало ясно, как это можно сделать с использованием существующих экспериментальных методов.

Есть множество веских причин, чтобы создать квантовый компьютер: во-первых, квантовые технологии управления материей на уровне атомов в последние годы получили развитие. Сейчас есть достаточно стабильные лазеры, довольно точные методы производства и быстрая электроника, что позволяет выполнять вычисления на уровне атомов. Во-вторых, что нужно научиться создавать квантовые компьютеры, если мы хотим, чтобы наши компьютеры были более быстрыми и мощными.

Либо полномасштабный квантовый компьютер будет построен, либо окажется, что квантовая механика неполна, а это приведет к новому пересмотру взглядов на физическую реальность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольд В. И. Экспериментальная математика. М.: ФАЗИС, 2005, С. 3.
2. Лошак Ж. Геометризация физики. М., -Ижевск: НИИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2005, С. 210–212.
3. Арнольд В. И. Что такое математика? М.: Изд-во МЦНМО, 2008, С. 4–6.
4. Дымарский А. Теория всего // портал postnauka. Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/84105>.
5. Жаров С. Н. Бытие и реальность в современном естественнонаучном познании // Проблема реальности в современном естествознании. М.: Канон+ РООИ "Реабилитация", 2015, С. 16–19.
6. Глэшоу Ш. Л. Очарование физики. Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2002, С. 156–157.
7. Тиан Ю Цао Структурный реализм и концептуальные вопросы квантовой хромодинамики // Эпистемология и философия науки, 2008, т. XVII, № 3.
8. Гринштейн Дж., Зайонц А. Квантовый вызов. Современные исследования оснований квантовой механики. Долгопрудный: Издательский Дом "Интеллект", 2008. С. 17–18.
9. Монро К. Р. Что квантовые компьютеры могут рассказать о квантовой механике? // Наука и предельная реальность: квантовая теория, космология и сложность. М. -Ижевск: НИИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Институт компьютерных исследований, 2013. С. 299.
10. Ллойд С. Программируя Вселенную: Квантовый компьютер и будущее науки. М.: Альпина нон-фикшн, 2013. С. 18.