

УДК 111

DOI: 10.18413/2408-932X-2025-11-4-0-2

Коромыслов В. В.

Разрешение апорий Зенона на основе диалектического подхода и новейших открытий в физике: онтологические следствия

Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, д. 23, г. Пермь, 614990,
Российская Федерация; vvk79@mail.ru

Аннотация. Анализ апорий Зенона Элейского: «Ахилл», «Стрела» и «Дихотомия» проводится с целью предложить подходы к их разрешению в соответствии с новейшими результатами научных исследований в области естествознания, на основе диалектического метода. Актуальные проблемы, связанные с природой пространства, времени и движения, в результате данного исследования получают в одних случаях окончательное разрешение, а в других гипотезы по их разрешению, требующие подтверждений в дальнейшем развитии квантовой физики. В случае с апорией «Ахилл» решение дается на основе понимания максимально сближающихся тел не как строго обособленных друг от друга, а как обменивающихся веществом и энергией (как в теплообменных процессах или при фотоэффекте), в таком случае соприкосновение догоняющего объекта с преследуемым не сводимо к определённом моменту, а заключается в постепенном процессе нарастания интенсивности взаимодействия между ними. В случае с апориями Зенона «Стрела» и «Дихотомия» сложность поднимаемых проблем и гипотетический характер многих теоретических конструктов с ними связанных, а также наличие различных интерпретаций квантовой механики не позволяют сформулировать окончательные решения, которые могли бы претендовать на общепризнанность. Однако предлагается решение, опирающееся на интерпретацию квантовой механики Гейзенберга-Фока в философской трактовке А.Ю. Севальникова, которое описывает механизм перехода из неопределённого состояния субатомной реальности к упорядоченной картине движения на макроуровне через процесс декогеренции, благодаря свойству фотонов, получившему название «квантового переворота времени». На основании этого решения предложен новый взгляд на понимание свойства субстанции быть *causa sui*.

Ключевые слова: Апории Зенона; парадоксы Зенона; движение; время; субстанция; *causa sui*; непрерывность; дискретность

Для цитирования: Коромыслов, В. В. (2025), «Разрешение апорий Зенона на основе диалектического подхода и новейших открытий в физике: онтологические следствия», *Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования*, 11(4), 17-30. DOI: 10.18413/2408-932X-2025-11-4-0-2

V. V. Koromyslov

Solving Zeno's aporias based on a dialectical approach and the latest discoveries in physics: ontological consequences

Academician D.N. Pryanishnikov Perm State Agro-Technological University,
23 Petropavlovsk St., Perm, 614990, Russian Federation; vvk79@mail.ru

Abstract. This study analyzes the aporias of Zeno of Elea: "Achilles", "Arrow" and "Dichotomy" in order to propose approaches to their resolution in accordance with the latest results of scientific research in the field of natural science. In this case, the dialectical method is used. The relevance of the problems posed by Zeno related to the nature of space, time and motion is shown. The results of this study made it possible to formulate in some cases their final resolution, and in others, formulate hypotheses that require confirmation through the further development of quantum physics. In the case of the Achilles aporia, the solution is based on understanding the closest possible bodies not as strictly isolated from each other, but as exchanging matter and energy, for example, in heat exchange processes or in the photoelectric effect. Thus, the contact of the catching object with the pursued is not reducible to a certain moment, but consists in a gradual process of increasing the intensity of interaction between them. In the case of Zeno's "Arrow" and "Dichotomy" aporias, the complexity of the problems raised and the hypothetical nature of many theoretical constructs related to them, as well as the presence of various interpretations of quantum mechanics, do not allow us to formulate definitive solutions that could claim universal acceptance. However, a solution is proposed based on the interpretation of Heisenberg-Fock quantum mechanics in the philosophical interpretation of A. Yu. Sevalnikov, which describes the mechanism of transition from the indefinite state of subatomic reality to an ordered picture of movement at the macro level through the process of decoherence, due to the property of photons, which has received the name of "quantum time reversal".

Keywords: Aporias of Zeno; paradoxes of Zeno; movement; time; substance; causa sui; continuity; discreteness

For citation: Koromyslov, V. V. (2025), "Solving Zeno's aporias based on a dialectical approach and the latest discoveries in physics: ontological consequences", *Research Result. Social Studies and Humanities*, 11(4), 17-30, DOI: 10.18413/2408-932X-2025-11-4-0-2

Парадоксы Зенона Элейского издревле побуждали к глубоким размышлениям самых выдающихся мыслителей. Свой вклад в их разрешения внесли Аристотель, Г. В. Лейбниц, Г.В.Ф. Гегель, Б. Рассел и другие. Кто-то искал на этом пути ключи к пониманию самых глубинных тайн мироздания, кто-то видел в их разрешении прикладной смысл, а кто-то рассматривал их лишь как интересные логические задачи, размышление над которыми способствует оттачиванию аналитических способностей. Однако вряд ли кто-то мог предполагать, что они будут оставаться актуальными на протяжении 2500 лет и, более того, по истечении этого времени не только не найдут окончательных решений, но интерес к ним возродится с новой силой. Кто бы мог подумать, что дискуссии о природе движения, времени и пространства будут продолжаться и в XXI веке? Так, независимо от того, насколько глубока

была мысль самого Зенона, оказалось, что сформулированные им апории поднимают проблемы, которые актуальны и для современной научной мысли.

В конце XX века в физике при исследовании проблемы влияния измерений на квантовые состояния объектов был обнаружен феномен, который получил название «квантового парадокса Зенона» (Misra и Sudarshan, 1977). А 2022 год был ознаменован присуждением нобелевской премии по физике А. Цайлингеру, А. Аспе и Дж. Клаузеру за результаты исследований ЭПР-парадокса, после которых приходится окончательно признать, что по отношению к субатомному уровню возникают проблемы с классическими представлениями о локальности и причинности (Антипенко и др., 2017; Салом, 2024; Севальников, 2016: 46-48). В связи с этим, свою задачу мы видим в том, чтобы показать актуальность сформулированных Зеноном Элейским апорий и предложить подходы к их разрешению в соответствии с наиболее актуальными результатами фундаментальных исследований в области естествознания.

Поиск разрешения парадоксов Зенона продвигался по нескольким основным направлениям. Наиболее успешными из таких направлений стоит признать решения с позиции математических наук. В этой области преуспели Г.В. Лейбниц, Г. Кантор и Б. Рассел, и др. Однако математика относится к формальным наукам, а потому, сколь бы ни были эффективны математические инструменты для разрешения апорий, их успешное применение может происходить за счет упрощения, эффекта усреднения, отсутствия учета всех нюансов реального устройства мироздания. На наш взгляд, «необъяснимая эффективность математики», которой так восхищаются физики, отчасти связана как раз с ее поиском формальных решений проблем, с идеализацией, абстрагированием от реального содержания в силу неполноты информации о происходящих процессах. Именно поэтому математика предлагает разные пути решения апорий (Берестов, 2021: 31-103).

Такой подход эффективен для решения практических задач, но, как показывает история науки, тот факт, что математическое описание работает на практике, еще не гарантирует того, что оно отражает всю сложность действительно происходящих физических явлений (Севальников, 2016: 48). Так, М. Клайн отмечал: «Важно отчетливо сознавать, что природа и математическое описание природы – не одно и то же, причем различие обусловлено не только тем, что математика представляет собой идеализацию... Природа, возможно, отличается несравненно большей сложностью, или структура ее не обладает особой правильностью» (Клайн, 1984: 401-402). К таким же выводам пришел и коллектив авторов под руководством А.П. Юшкевича (История математики, 1970: 88-93).

Поиски решений апорий Зенона, опирающиеся на современную физику, на наш взгляд, представляют наибольший интерес (Вилесов, 2002; Silagadze, 2005; Алтухов, 2014; Карпенко, 2022). Математический подход к разрешению апорий приводит к проблеме существования бесконечно малых величин, а последовательный и наиболее глубокий логический – к анализу процессов на микроуровне. Поэтому для разрешения парадоксов Зенона было бы уместным обратиться прежде всего к квантовой физике. Тем более, что специалисты в этой области знаний сами приходят к выводам об актуальности для современной физики проблем, поднимаемых апориями (Silagadze, 2005). Однако исследователи апорий Зенона с позиций квантовой физики либо не находят путей их разрешения, либо не учитывают результаты экспериментов последних лет.

Для обоснования уместности применения квантовой физики по отношению к парадоксам Зенона также стоит отметить, что участники круглого стола, организованного в Институте философии РАН для обсуждения проблем современной физики в свете новейших открытий, были единодушны во мнении о том, что классическая реальность возникает из квантовой (Севальников, 2019: 157). Квантовая физика, изучая фундаментальные процессы, определяющие свойства и структуру видимого нами мира, напрямую сталкивается с теми философскими проблемами, которые парадоксами Зенона поднимаются. Одно из

обнаруженных здесь явлений получило название «квантового эффекта Зенона», пусть даже его связь с формулировками самого элеата некоторыми исследователями ставится под сомнение.

В тоже время, при использовании для разрешения апорий достижений в области физики нужно иметь в виду, что современная физическая научная картина мира не является единой. Даже в ее ядре существуют противоречия между общей теорией относительности и квантовой механикой. Первая исходит из непрерывности пространственно-временного континуума, а вторая стремится всё «квантовать», в том числе обнаружить кванты времени и пространства. К тому же они по-разному подходят к пониманию природы гравитации. И оба эти обстоятельства оказываются важны на пути разрешения парадоксов Зенона. Открытия последних лет в квантовой физике позволяют взглянуть на парадоксы Зенона под новым углом. А наиболее уместный подход к анализу этих открытий строится на принципах диалектического мышления.

Зенон Элейский, как известно, отстаивал учение Парменида о едином и неподвижном бытии, обнаружив новые трудности в понимании сущности видимых процессов. Наиболее интересны в этом отношении так называемые апории движения: «Ахиллес», «Стрела» и «Дихотомия».

К сожалению, до нас не дошли оригинальные формулировки апорий Зенона. Мы можем о них судить лишь по упоминаниям последующих мыслителей, и прежде всего по трудам Аристотеля. Тщательный анализ этих текстов с целью восстановить действительный ход рассуждений Зенона проводится И.В. Берестовым (Берестов, 2021). Однако, на наш взгляд, не столь важно буквальное следование дошедшим до нас вариантам формулировок, сколь ценно то, что за ними кроется, какой интерес они могут представлять в свете современных научных открытий, каким образом могут способствовать развитию философской мысли.

По формулировке Аристотеля апория «Ахиллес» состоит в следующем: «Медлительнейшее – когда оно бежит – никогда не будет догнано быстреешим. Ибо прежде, чем это может произойти, необходимо, чтобы преследователь прибыл в то место, откуда стартовал преследуемый; так что необходимо, чтобы более медленный всегда был несколько впереди» (Берестов, 2021: 169).

При поиске разрешения данного парадокса необходимо учитывать, что рассмотрение тел как строго обособленных друг от друга является признаком метафизического мышления. Диалектическое понимание мира исходит из того, что всё сплетено воедино в непрерывном потоке взаимодействий, взаимообмена веществом и энергией. Таким образом, при максимальном сближении объектов в итоге их элементы будут переплетаться, проникать в сферу взаимодействия с другим телом, а значит, невозможно будет абсолютно точно определить тот момент, когда именно этот процесс начинается.

Анализ с целью поиска начала этого процесса приводит к рассмотрению гравитационного и электромагнитного взаимодействий, которые почти не ограничены по действию на дальние расстояния. С позиции квантовой теории поля (наиболее проверенной, по сравнению с альтернативными), в это время испускаются и поглощаются гравитоны и фотоны. (Гравитоны на данный момент не обнаружены, но у большинства физиков существует убежденность, что дело лишь в технических сложностях, поскольку для этого требуются пока еще недостижимые энергозатраты.) По мере сближения объектов интенсивность этих взаимодействий нарастает. Затем происходит столкновение и переплетение групп атомов и молекул, что и создает эффект соприкосновения макротел, приводит ко все более тесному контакту между твердыми телами. В случае с живыми существами взаимодействие начинается с теплообменных процессов (при этом невозможно абсолютно точно определить ни тот момент, когда выделяемые частицы перестают быть

составляющими тел животных, ни тот, когда они поглощаются их телами), а далее начинают входить во всё более тесный контакт их мягкие ткани. В случае с твердыми телами из-за не абсолютно ровной их поверхности сначала соприкосновение происходит между наиболее выступающими их частями и составляющими их частицами. Здесь нужно учитывать, что молекулы и атомы твердых тел колеблются на своих местах в кристаллических решетках и происходит, пусть и медленный, но процесс диффузии, благодаря которому некоторые атомы выходят за пределы твердого тела. А значит, на всей его поверхности найдутся такие атомы, которые будут на том или ином этапе этого постепенного выхода, что не позволяет абсолютно точно определить границы тел и те их атомы, которые соприкоснутся первыми.

Имеет смысл также учитывать и фотоэффект, при котором, под воздействием электромагнитного излучения, из атомов поверхности тел будут выбиваться электроны. Здесь возникает вопрос, на каком точном расстоянии от ядра атома они перестают быть частью этого атома и на каком становятся частью другого, особенно если атомы сталкиваются между собой. Физика не дает на него ответа.

Таким образом, поскольку все эти процессы соприкосновения тел происходят неравномерно по их поверхностям, и невозможно определить, какие элементы из участвующих во взаимодействии являются составной или даже, в случае живых тел, органической частью тела, то нельзя говорить о точном моменте, когда начинается соприкосновение, интенсивность столкновения нарастает *постепенно*. Поэтому разрешение данного парадокса связано с пониманием максимально сближающихся тел не как строго обособленных друг от друга, а как обменивающихся веществом и энергией во все большей степени по мере их все более тесного взаимодействия. Исследование следующих двух апорий предоставляет возможность дополнить описанную картину взаимодействия между телами анализом процессов на субатомном уровне.

Аристотель так формулирует апорию о стреле: «Если, говорит он [scil. Зенон], всё всегда покоится, когда оно находится в равном [scil. ему месте] (*κατὰ τὸ ἴσον*), и движущееся всегда находится в ‘теперь’ [т. е. в настоящем моменте – *ἐν τῷ νῦν*], тогда движущаяся стрела неподвижна» (Берестов, 2001: 171).

Действительно, здесь можно говорить о трудностях в объяснении видимой картины движения. Если рассмотрение любого конкретного момента времени движения объекта (например, стрелы или элементарной частицы) приводит к выводу о том, что в каждый такой момент все его элементарные составляющие должны занимать строго определенные местоположения, то это предполагает их абсолютный покой последовательно в каждом из таких положений наблюдаемого пути движения. В случае со стрелой это должно приводить к утрате заданного ей импульса движения.

Однако если рассматривать не только движение стрелы, но и любое движение объектов, то в некоторых случаях объяснить видимую его картину можно было бы внутренними движущими силами и влиянием внешних факторов меняющейся среды. Внешние факторы могут уравновешивать друг друга, создавая условия для покоя тела, а могут вновь приводить его в движение, когда такой баланс сил нарушается. Это не решает выявленной проблемы полностью, ведь в данном случае речь идет не только о возможности перехода из покоящегося состояния в движение (подробный анализ этого процесса будет проведен в следующей анализируемой нами апории), а о сомнении элеатов в видимой нами картине движения в целом. Но последняя включает в себя сохранение всех импульсов, приданных объектам ранее, то есть в данном случае это не снимает той проблемы, почему стрела продолжает двигаться именно к своей цели, а, например, не падает неуклонно вниз под воздействием силы гравитации. Итак, благодаря чему становится возможным движение стрелы по определенной траектории, если логика рассуждений Зенона приводит к противоречию между нахождением

ее в каждый момент в состоянии абсолютного покоя и законами сохранения энергии и импульса?

Как известно, первое решение этой апории было сформулировано Аристотелем. Он подмечает, что моментов времени как таковых не существует, а значит, нет никакой необходимости в том, чтобы рассматривать объект по мере его движения в строго определенных местоположениях, в точных координатах. Такое решение согласуется с выводами общей теорией относительности о непрерывности времени.

В этом случае можно согласиться и с решением Г.В.Ф. Гегеля, которое исходило из противоречивости самой природы движения: стрела при ее движении одновременно и находится в определенных местоположениях, и не находится, находится уже в других. Диалектический материализм при разрешении данной апории опирается именно на такую логику рассуждений Гегеля (Доманов, 2022: 36-37). Однако для современных физиков такое решение не является достаточным, оно требует уточнения за счет анализа многих других аспектов этой проблемы (Silagadze, 2005). Так, в квантовой физике, и вовсе не без оснований, ведутся поиски квантов времени – *хрононов* (Ласуков, 2009). Например, в рамках считающейся перспективной теории петлевой квантовой гравитации вводится понятие «петель во времени». Пространство-время в ней рассматриваются как сеть квантовых узлов, а эффект их непрерывности возникает только на более крупных масштабах (Smolin, 2001). На наш взгляд, сбрасывать со счетов данную теорию было бы неправильным, ведь она добилась значительных успехов и считается важным этапом на пути создания «теории всего». В любом случае допущением о противоречивой природе движения мы совершаем лишь первый шаг в рассуждениях, но сам по себе такой шаг не достаточен ни для разрешения данной апории, ни для объяснения природы движения.

При разрешении апории «Стрела» необходимо также учитывать эффекты теории относительности. В нашем случае будет интересным, что согласно последней, абсолютной одновременности событий не существует. Относительно разных систем отсчета, разных наблюдателей острие стрелы будет находиться в разных координатах. Таким образом, ОТО заставляет взглянуть на проблему противоречивой природы движения несколько с другого ракурса. Пусть данный взгляд не помогает решить проблему, но он углубляет ее понимание, требует новых уточнений по поводу природы гравитации, света, фотонов, особенностей взаимодействий элементарных частиц, их связей со временем, которые должна дать квантовая физика. В контексте апорий Зенона эти вопросы рассматриваются в статье физика З.К. Силагадзе (Silagadze, 2005). Однако его исследование не дает решений, а лишь подтверждает актуальность поставленных Зеноном проблем.

С позиций квантовой физики проблема выглядит иначе, чем это виделось во времена Аристотеля и Гегеля. Изучение парадокса «Стрела» приводит к анализу наконечника стрелы вплоть до самого крайнего ее атома. Но атом отличается необычайно сложной природой и структурой. Свойства субатомного мира контринтуитивны, принципиально отличаются от привычных для нас свойств макромира. Как отмечает физик И. Салом, за истекшие 100 лет с момента появления квантовой механики все попытки объяснить эти свойства с помощью классической физики так и не привели к сколь-либо значимым результатам (Салом, 2024). Более того, в 2022 году нобелевский комитет по физике отметил заслуги ряда ученых за экспериментальную проверку неравенств Белла, что поставило точку в многолетних дискуссиях между, с одной стороны, сторонниками А. Эйнштейна, указывающими на парадоксальность и неполноту квантовой механики, необходимость поиска скрытых параметров, определяющих наблюдаемые вероятности в микромире, а с другой – представителями этой теории. Приходится признать либо нелокальность субатомного мира, либо – что наше классическое понимание причинности недостаточно глубоко, но, что более вероятно, верно в какой-то степени и то и другое (Прись, 2021; Антипенко и др., 2017; Салом,

2024: 156-157; Севальников, 2016; Севальников, 2019: 154-155). Это же подтвердили и другие эксперименты XXI века (Антипенко и др., 2017: 36-40).

В свою очередь, анализ структуры атома приводит к пониманию того, что острые стрелы следует изучать, начиная с движения электронов. Однако электроны вокруг его ядра нельзя рассматривать как точечные частицы, последовательно занимающие строго определенные местоположения, передвигающиеся по определенным траекториям (Антипенко и др., 2017: 51). Как это показано в многочисленных экспериментах, наряду со всеми остальными элементарными частицами вне процесса непосредственного измерения они обладают свойствами, подобными волновым. До измерения к ним применимо математическое описание при помощи волновой функции Шрёдингера, а во время непосредственного измерения происходит ее коллапс, редукция вектора состояний, что и регистрируется приборами в виде точечных частиц.

Таким образом, за счет смешения своих квантовых состояний, квантовой суперпозиции или, точнее, фундаментальной неопределенности в отношении своих местоположений и траекторий (Антипенко и др., 2017: 40), электроны в атоме без вмешательства измерительных процедур представляют собой нечто, обозначаемое понятием электронного облака, занимающего все пространство той или иной орбитали и отчасти выходящего за ее рамки.

Дальнейшее исследование ведет к анализу того факта, что электроны испускают и поглощают фотоны, которые являются переносчиками электромагнитного взаимодействия. К этому мы еще вернемся позже, на данный момент будет достаточным акцентировать внимание на том, что фотоны также обладают свойствами корпускулярно-волнового дуализма. В связи с этим, вовсе не случайно, что скрупулезный анализ данной апории О.А. Домановым с позиции геометрии приводит его к выводу о том, что острые стрелы нельзя рассматривать как отдельную точку со строго определенными координатами, иначе это подтвердит выводы Зенона (Доманов: 2022). Точка –идеализированный объект, который не имеет полного соответствия в реальности. Элементарные частицы имеют более сложную природу. Это показывают многие обнаруженные их свойства, например, способность к осцилляциям, интерференции с самими собой, квантовому туннелированию и т.д. (Павленко, 2017; Рудницкая, 2010). И именно из-за того, что в макром мире мы не имеем дело ни с чем подобным, из-за непривычности для нашего восприятия этих свойств и возникает ощущение парадоксальности. А значит, в столь сложной, необычной для нас природе элементарных частиц и должен быть ключ к решению данной апории.

Прямым следствием корпускулярно-волнового дуализма является принцип неопределенности В. Гейзенберга: чем более точно измеряются координаты элементарной частицы, тем более неопределенной оказывается его скорость (импульс) и наоборот. Здесь возникает соблазн искать этому простое рациональное объяснение, исходя из привычного для нас жизненного опыта. Кажется вполне очевидным, что у объектов подобных волне или энергетическому сгустку невозможно абсолютно точно определить их координаты. По мере точности измерения скорости их распространения координаты этих объектов начинают размываться, расширяя область своих значений. А по мере точности измерения местоположения наибольшей концентрации массы-энергии такого объекта, в этой сужающейся области он приобретает всё более строгие очертания корпускулы. При этом за счет того, что в абсолютно точных координатах он предстает как покоящийся, утрачивается возможность измерить в этом месте его скорость. Ведь для этого необходимо измерить время, за которое частица преодолевает расстояние от предыдущего местоположения к следующему. На этом можно было бы и остановиться в разрешении данной апории. Однако соотношение неопределенностей – это фундаментальный принцип квантовой механики, который применим и к остальным сопряженным друг с другом квантовым характеристикам. Природа квантового мира более сложна, чем это может себе представить профессионально неподготовленное

сознание. Как отмечал Н. Бор: «Если квантовая теория не потрясла тебя – ты ее еще не понял» (Barad, 2001: 254).

С соотношением неопределенности энергии и времени, а также с проблемой измерения связан эффект, названный в честь Зенона. Он отражает экспериментальные данные, указывающие на то, что чем чаще производятся измерения состояния квантовой системы, тем больше замедляется ее эволюция. Экстраполируя математически, получим, что непрерывное измерение ее состояния (если использовать формулировку из апории «Стрела», измерение «в каждый момент времени») приведет к тому, что она словно застынет во времени, не будет проявлять никаких признаков движения и изменения (Misra, Sudarshan, 1977; Silagadze, 2005: 6-7). Например, нестабильная квантовая система в этом случае никогда не сможет продолжить свой распад. Безусловно, с такого рода выводами нужно быть осторожными. Тем не менее, данный эффект уже применяется на практике для «замораживания» квантовых систем в их исходном состоянии (Гайнутдинов, 2009: 58).

Принципиально неопределенный характер состояния квантовых объектов до измерения или взаимодействия с макросредой отмечается многими современными физиками (Антипенко и др., 2017; Севальников, 2019). Исследование природы ЭПР-парадокса привело к целой серии экспериментов по проверке неравенств Белла, результаты которых шаг за шагом постепенно устранили все «лазейки», допускающие локальный реализм (Салом, 2024: 221-223). В этом свете примечательно, что в рамках копенгагенской интерпретации квантовой механики (наиболее популярной среди ученых за все время ее существования) в качестве одной из ее версий возникло представление о том, что в субатомном мире мы имеем дело с некой «полуреальностью», для описания которой наиболее подходит метафизика Аристотеля. Так, В. Гейзенберг, советский академик В.А. Фок, а также К. Поппер при описании природы вакуума и элементарных частиц используют такие понятия Аристотеля как «бытие в возможности» и материи как «чистой возможности». Один из современных исследователей этой проблемы А.Ю. Севальников приходит к выводу о том, что: «введение двухмодусной картины бытия является единственной интерпретационной схемой, в рамках которой возможно непротиворечивое объяснение квантовых феноменов. Главное наше утверждение состоит в том, что квантовая механика описывает радикально иное» (Севальников, 2016: 57). Этот автор считает, что фиксируемое измерительными приборами – лишь проявления, которые не следует принимать за действительные сущности. Исходя из этого тезиса, он обосновывает, что нет необходимости вводить понятие наблюдателя в физику: дело не в наблюдении как таковом, а в том, что следует признать, что за квантовой реальностью кроется иной уровень бытия, характеризующийся, в отличие от «осуществившегося», не локальностью и детерминизмом, а предрасположенностью к тем или иным вариантам возможного, в зависимости от свойств окружения уже осуществившегося, актуального, в том числе применяемых средств наблюдения. Этот уровень, по его мнению, существует вне пространства и времени окружающего нас мира, и для его описания подходят представления Аристотеля о «бытии в возможности» (Севальников, 2016).

Итак, современная физика обнаруживает необычные для макромира свойства элементарных частиц, что не позволяет сформировать единого общепризнанного представления об их природе. Однако это не означает, что наука не продвигается в этом отношении, предлагаются разные гипотезы на этот счет. Наиболее проработанными и перспективными являются квантовая теория поля, теория струн и петлевая теория гравитации. Согласно квантовой теории поля, элементарные частицы представляют собой кванты возбуждения фундаментальных полей разного типа. Они подобны сгустку энергии, вероятность обнаружения которого в том или ином месте при измерении будет определяться уравнением волновой функции Шрёдингера (Браун, Извергин, 1971). Согласно теории струн, элементарные частицы являются результатом различного рода колебаний (которые

происходят в 10, 11, либо 26 измерениях) одномерных образований, называемых струнами. Развитие этой теории по мере попыток устранения трудностей, с которыми она сталкивалась, привело к формированию ее новых версий в виде теории суперструн и М-теории, отличающихся большим разнообразием описываемых объектов и количеством используемых в данных теоретических конструкциях измерений (Гуров, Кубанков, 2022). Согласно теории петлевой квантовой гравитации, понимание природы элементарных частиц связано с неклассическим объектом – брэдом. Он представляет собой двухмерную топологическую складку пространства-времени, возникающую как результат его возбуждения. Брэды взаимодействуют между собой как точечные структуры, создавая узловые моменты действительности – петли, связанные с гравитационным полем. Таким образом, при помощи этого понятия вещество, взаимодействие и пространство-время объединяются воедино (Smolin, 2001).

Так можно сделать вывод о том, что выявленная противоречивость движения есть следствие сложной, многогранной природы его наиболее фундаментальных носителей, которая выходит за рамки привычного для нас понимания движущихся объектов, характеризующихся строгой локализацией в трех пространственных и в одном временном измерении.

Поскольку современные научные теории допускают прерывистость времени, его сложную природу, то дальнейший анализ на пути к разрешению апории «Стрела» приводит нас к проблеме начала движения, а значит, к апории Зенона, получившей название от Аристотеля «Дихотомия». При помощи нее формулируется трудность в понимании природы движения, заключающаяся в том, что признаком начала движения был бы факт преодоления некоторого пути. Однако чтобы это стало возможным, сначала должен быть преодолен меньший путь, допустим, двукратно меньший по отношению к первому, что, в свою очередь, предполагает необходимость преодоления перед этим еще меньшего пути, и так до бесконечности. Тогда как становится возможным акт реализации начала движения?

При анализе апории «Стрела» мы уже отмечали, что электроны испускают и поглощают фотоны, которые являются переносчиками электромагнитного взаимодействия. Более того, в нашем случае интерес может представлять тот факт, что фотоны не обладают массой и относительно вакуума всегда движутся с постоянной скоростью. То есть в каком-то смысле они, в отличие от других объектов, движутся в чистом, абсолютном времени, которое не зависит от изменений в окружающей среде. Проходя сквозь эту среду, они сохраняют все свои свойства, и затем, возвращаясь в вакуум, вновь движутся с той же самой скоростью. Если быть точнее, то скорость света в вакууме, будучи пределом скорости распространения любых взаимодействий, и является мерилем времени и расстояний.

При этом многие физики отмечают, что из-за отсутствия у фотонов массы сочетание некоторых фундаментальных формул позволяет интерпретировать этот факт как то, что они и вовсе существуют вне времени. Так, например, в рамках конформной циклической космологии (Р. Пенроуз и В. Гурздян) фотоны рассматриваются как вечный источник энергии, существующий вне пространства-времени и циклически порождающий Вселенную из сингулярного состояния в процессе Большого взрыва (Пенроуз, 2014). Это становится возможным благодаря «излучению Хокинга» от черных дыр, поглощающих в конце каждого цикла всю материю Вселенной и превращающих ее таким образом в космологическую сингулярность. Эффект квантового туннелирования позволяет фотонам преодолевать гравитацию черных дыр, а значит, стать связующим звеном между зонами – бесконечными циклами, разделенными такими сингулярностями. Так в данной модели фотоны выводятся за рамки пространства-времени Вселенной.

Это дает нам основания предположить, что фотоны движутся вне времени, рассматриваемого в рамках теории относительности, но во времени, имеющем

фундаментальную природу, сущность которой может быть вскрыта в рамках квантовой физики. Примечательно, что Дж. Клаузер и А. Шимони, которые внесли существенный вклад в понимание природы ЭПР-парадокса (за что Дж. Клаузеру была вручена Нобелевская премия по физике в 2022 году), подчеркивали, что «выводы [из теоремы Белла] поразительны: либо нужно полностью отказаться от реалистической философии большинства работающих ученых, либо кардинально пересмотреть всю нашу концепцию пространства-времени» (Clauser, 2003). Обратим также внимание, что к подобным выводам приходит, анализируя свойства субатомного мира, и А.Ю. Севальников, который настаивает на том, что этот мир находится вне пространства и времени, относится к «бытию в возможности» (Севальников, 2016: 57).

С позиции А.Ю. Севальникова, начало движения связано с механизмом перехода возможного в актуальное, удачно описанного Аристотелем (Севальников, 2016: 52-53, 56). В таком случае квантовый мир возможного теряет свою неопределенность, вступая во взаимодействие с окружающей средой. Как это показали эксперименты, чем крупней объект, тем быстрее он встраивается в природные взаимосвязи макромира и становится частью единого целого составляющих его упорядоченных структур. В квантовой физике это обстоятельство обозначается термином декогеренция – утрата квантовой системой характеристик, описываемых при помощи квантовой механики. Видимо, вовсе не случайно, что успешность экспериментов в рамках теории квантовой телепортации, основанной на ЭПР парадоксе, а значит, и принципе неопределенности, ограничена пределами атомов. Кот Шрёдингера никогда не сможет оказаться в такой противоречивой ситуации, чтобы быть одновременно живым и мертвым, а вот для объектов квантового мира принцип суперпозиции состояний фундаментален.

На наш взгляд, в модели А.Ю. Севальникова есть важное рациональное зерно, однако элементарные частицы, которые являются переносчиками фундаментальных взаимодействий, в этом случае должны играть особую роль, выделяться среди остальных частиц большей склонностью к актуализации возможного, реализации одного из вариантов развития событий на микроуровне. Можно предположить, что их свойства каким-то образом связаны с механизмом запуска движения. Например, этот механизм может быть связан с тем, что испускание и поглощение фотонов запускает квантовый скачок электронов с одной орбитали на другую, изменяя диапазон характеристик их возможного квантового состояния. Тогда электроны на момент взаимодействия переходят в «мир осуществившегося», а затем вновь пребывают в состоянии неопределенности, но уже ограниченной параметрами расположения другой орбитали. Такой процесс приводит к изменению состояния атома, что, в свою очередь, изменяет состояние молекулы и т. д.

В этом свете интересное открытие по поводу свойств фотонов было сделано в 2022 году, когда двумя независимыми исследовательскими группами были проведены два эксперимента, получивших название «квантового переворота времени». На основе принципов квантовой механики делаются выводы о том, что фотон был расщеплен, а затем наблюдался одновременно как в прямом, так и в обратном временном состоянии, образуя в своем бытии некую петлю, цикл во времени (в итоге происходит рекомбинация расщепленного фотона и его поляризация) (Strömberg, et al., 2024). Таким образом, за начало этого процесса можно выбрать любой его этап, но было бы более наглядным начать с того, что электрон испускает фотон, а причина этого заключается в том, что в будущем данный фотон (но уже движущийся в обратном направлении времени) будет поглощен тем же электроном, что запустит новый цикл движения фотона по петле времени.

Описанный механизм очень удачно подходит на роль пускового для перехода из неопределенного состояния субатомной реальности к упорядоченной картине движения макромира. Эти временные петли движения фотонов могут играть важную роль в процессе

декогеренции, связывая микропроцессы воедино в соответствии с причинной обусловленностью «осуществившегося», определенным образом согласовывая их между собой. А свойства таких временных петель позволяют рассматривать их как кандидатов на кванты времени.

Таким образом, здесь новый смысл получает свойство субстанции быть *causa sui*. В этом случае свет, движение фотонов может рассматриваться как первоначальный источник движения физической формы материи, а причину собственного движения иметь в себе самом, в своем будущем. Нельзя исключать и того, что и другие элементарные частицы, являющиеся переносчиками фундаментальных взаимодействий (глюон, промежуточные векторные бозоны, гипотетический гравитон) обладают подобными свойствами. Однако возможно, что ключевую роль в таком комплексном механизме запуска движения играют именно фотоны.

Повторим: сложность поднимаемых в апориях Зенона проблем, гипотетический характер связанных с ними теоретических конструктов, неоднозначность интерпретаций квантовой механики не позволяют сформулировать окончательные решения парадоксов. Однако на основании результатов новейших научных исследований предложена рамочная концепция, благодаря которой парадоксальность апорий Зенона снимается, а решения, предлагаемые другими авторами, углубляются. С позиции современных научных представлений и с учётом новейших научных данных проведен анализ парадоксов, обнаруженных Зеноном, связанных с природой пространства, времени и движения. Показана актуальность поставленных им проблем для современной научной мысли и сформулированы наиболее перспективные, на наш взгляд, варианты их разрешения.

Литература

- Алтухов, В. Л. (2014), «Принцип неопределенности, апории Зенона (Элейского) и тайна движения», *Актуальные проблемы современной науки*, 3, 38-44. EDN: SECBWR
- Антипенко, Л. Г., Беляков, А. В., Владимиров, Ю. С., Годарев-Лозовский, М. Г., Копейкин, К. В., Липкин, А. И., Никулов, А. В., Панов, А. Д., Сергиевская, Г. Н., Севальников, А. Ю., Спасков, А. Н., & Терехович, В. Э. (2017), «Проблема реализма в современной квантовой механике. Материалы дискуссии», *Философия науки и техники*, 21(2), 34-64. EDN: XXZQSJ
- Берестов, И. В. (2021), *Зенон Элейский в современных переводах и философских дискуссиях*, Центр изучения древней философии и классической традиции НГУ : Офсет-ТМ, Новосибирск.
- Браун, М. А. и Изергин, А. Г. (1971), «Составные и элементарные частицы с одинаковыми квантовыми числами в квантовой теории поля», *Теоретическая и математическая физика*, 8(1), 37-48. EDN: LYHAMB
- Васюков, В. Л. (2005), *Квантовая логика*, ПЕР СЭ, Москва.
- Вилесов, Ю. Ф. (2002), «Апории Зенона и соотношение неопределенностей Гейзенберга», *Вестник Московского университета. Серия 7. Философия*, 6, 20-28.
- Гайнутдинов, Р. Х. (2009), «Квантовый парадокс Зенона и динамика систем на малых временах», *Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Физико-математические науки*, 151(1), 58-65. EDN: KUVMZV
- Гуров, В. А. и Кубанков, А. Н. (2022), «Теория струн – теория всего», *Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки*, 1, 37-41. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2022.1.94.1614; EDN: YVBIPE
- Доманов, О. А. (2022), «Апории Зенона и понятие точки», *Respublica Literaria*, 3(4), 33-39. DOI: 10.47850/RL.2022.3.4.33-39
- История математики с древнейших времен до начала XIX столетия : в 3 т. Т. 1*, (1970), ред. Юшкевич, А. П., Наука, Москва.
- Карпенко, И. А. (2022), «Апории Зенона и квантовый микромир: о чем говорят апории», *Вопросы философии*, 10, 132-142. DOI: 10.21146/0042-8744-2022-10-132-142
- Клайн, М. (1984), *Математика. Утрата определённости*, пер. с англ. Данилов, Ю. А., ред. Яглом, И. М., Мир, Москва.
- Ласуков, В. В. (2009), «Кванты времени», *Известия вузов. Физика*, 52(4), 10-14. EDN: KVGMEB

- Павленко, Ю. В. (2017), «Грани естествознания: основные элементарные и составные частицы», *Вестник Забайкальского государственного университета*, 23(7), 4-15. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-7-4-15; EDN: ZISVFR
- Пенроуз, Р. (2014), *Циклы времени. Новый взгляд на эволюцию Вселенной*, пер. с англ. Хачоян, А. В., БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва.
- Прись, И. Е. (2021), «О фундаментальном концептуальном принципе квантовой механики», *Философия науки*, 4, 82-92. DOI: 10.15372/PS20210407; EDN: AHGIZG
- Рудницкая, Т. Г. (2010), *Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия*, ред. Изюмов, Ю. А., Ин-т физики металлов УрО РАН, Екатеринбург. EDN: QJXKWT
- Салом, И. (2024), «Нобелевская премия 2022 года по физике и конец механистического материализма. Часть 1: Исторический обзор», *Идеи и идеалы*, 16(3-1), 195-228. DOI: 10.17212/2075-0862-2024-16.3.1-195-228
- Севальников, А. Ю. (2019), Обзор докладов круглого стола "Фундаментальные проблемы современной квантовой механики", *Вох. Философский журнал*, 26, 154-186. DOI: 10.24411/2077-6608-2019-00010; EDN: SQJNEJ
- Севальников, А. Ю. (2016), «Физика и философия: старые проблемы и новые решения», *Философский журнал*, 9(1), 42-60. EDN: VUDZSR
- Barad, K. M. (2001), *Meeting the Universe Halfway*. Duke University Press Books. Durham, NC.
- Bendegem van, J. P. (1987), "Discussion: Zeno's Paradoxes and the Tile Argument", *Philosophy of Science*, 54(2), 295–302. DOI: 10.1086/289379
- Clauser, J. F. (2003), "Early History of Bell's Theorem. Coherence and Quantum Optics VIII", *Proceedings of the Eighth Rochester Conference on Coherence and Quantum Optics, held at the University of Rochester, June 13–16, 2001*, Springer, Boston, MA, 19–44. DOI: 10.1007/978-1-4419-8907-9_2
- Huggett, N. (ed.) (1999), *Space from Zeno to Einstein*, MIT Press.
- Misra, B., and Sudarshan, E. C. G. (1977), "The Zenon's paradox in quantum theory", *J. Math. Phys*, 18, 756-763.
- Silagadze, Z. K. (2005), "Zeno meets modern science", *Acta Physica Polonica B*, 36, 2887-2930. DOI: 10.48550/arXiv.physics/0505042
- Smolin, L. (2001), *Three Roads to Quantum Gravity*, Basic Books, New York, N.Y.
- Strömberg, T., Schiavsky, P., Quintino, M. T., Antesberger, M., Rozema, L. A., Agresti, I., Brukner, C., and Walther, Ph. (2024), "Experimental superposition of a quantum evolution with its time reverse", *Phys. Rev. Research*, 6(2), DOI: 10.1103/PhysRevResearch.6.023071

References

- Altukhov, V. L. (2014), "The uncertainty principle, the aporias of Zeno (of Elea) and the mystery of motion", *Aktualnyye problemy sovremennoy nauki* [Current problems of modern science], 3, 38-44. (in Russ.).
- Antipenko L., Belyakov A., Vladimirov Yu., Godarev-Lozovsky M., Kopeikin K., Lipkin A., Nikulov A., Panov A., Sergievskaya G., Sevalnikov A., Spaskov A., & Terekhovich V. (2017), "The problem of realism in modern quantum mechanics. Materials of Discussion", *Philosophy of Science and Technology*, 21(2), 34-64. (In Russ.). EDN: XXZQJ
- Barad, K. M. (2001), *Meeting the Universe Halfway*, Duke University Press Books, Durham, NC.
- Bendegem van, J. P. (1987), "Discussion: Zeno's Paradoxes and the Tile Argument", *Philosophy of Science*, 54(2), 295–302. DOI: 10.1086/289379
- Berestov, I. V. (2021), *Zenon Eleisky v sovremennyh perevodakh i filosofskikh diskussiyakh* [Zeno of Elea in Modern Translations and Philosophical Discussions], Center for the Study of Ancient Philosophy and Classical Tradition, NSU: Offset-TM, Novosibirsk (in Russ.).
- Braun, M. A. & Izergin, A. G. (1971), "Composite and elementary particles with the same quantum numbers in quantum field theory", *Theoretical and Mathematical Physics*, 8(1), 37-48 (in Russ.).
- Clauser, J. F. (2003), "Early History of Bell's Theorem. Coherence and Quantum Optics VIII", *Proceedings of the Eighth Rochester Conference on Coherence and Quantum Optics, held at the University of Rochester, June 13–16, 2001*, Springer, Boston, MA, 19-44. DOI: 10.1007/978-1-4419-8907-9_2
- Domanov, O. A. (2022), "Zeno's Paradoxes and the Notion of Point", *Respublica Literaria*, 3(4), 33-39 (in Russ.). DOI: 10.47850/RL.2022.3.4.33-39

Gainutdinov, R. Kh. (2009), “Quantum Zeno Paradox and Dynamics of Systems at Small Times”, *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Fiziko-Matematicheskie Nauki*, 151(1), 58-65 (in Russ.). EDN: KUVMZV

Gurov, V. A. & Kubankov, A. N. (2022), “String Theory – The Theory of Everything”, *Eurasian Union of Scientists. Series: technical, physical and mathematical sciences*, 1, 37-41 (in Russ.). DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2022.1.94.1614; EDN: YBBIPE

Huggett, N. (ed.) (1999), *Space from Zeno to Einstein*, MIT Press.

Karpenko, I. A. (2022), “Zeno’s Paradoxes and the Quantum Microworld: What Do Paradoxes Mean”, *Voprosy Filosofii*, 10, 132-142 (in Russ.). DOI: 10.21146/0042-8744-2022-10-132-142

Klein, M. (1984), *Matematika. Utrata opredelyonnosti* [Mathematics. The Loss of Certainty], Translated by Danilov, Yu. A., in Yaglom, I. M. (ed.), Mir, Moscow, USSR (in Russ.).

Lasukov, V. V. (2009), “Time Quanta”, *Russian Physics Journal*, 52(4), 337-342. DOI: 10.1007/s11182-009-9248-x; EDN: MXAFQX

Misra, B. & Sudarshan, E. C. G. (1977), “The Zenon's paradox in quantum theory”, *J. Math. Phys*, 18, 756-763.

Pavlenko, Yu. V. (2017), “Facets of natural science: basic elementary and composite particles”, *Bulletin of the Trans-Baikal State University*, 23(7), 4-15 (in Russ.). DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-7-4-15; EDN: ZISVFR

Penrose, R. (2014), *Tsikly vremeni. Novy vzglyad na evolyutsiyu Vseleynoy* [Cycles of Time. An Extraordinary New View of the Universe], Transl. from English by Khachoyan, A. V., BINOM. Laboratoriya znaniy, Moscow, Russia (in Russ.).

Pris, I. E. (2021), “On the fundamental conceptual principle of quantum mechanics”, *Philosophy of Science*, 4, 82-92 (in Russ.). DOI: 10.15372/PS20210407; EDN: AHGIZG

Rudnitskaya, T. G. (2010), *Elementary Particles and Fundamental Interactions*, Izyumov, Yu. A. (ed.), Institute of Metal Physics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia (in Russ.). EDN: QJXKWT

Salom, I. (2024), “2022 Nobel Prize in Physics and the End of Mechanistic Materialism. Part 1: Historical Overview”, *Ideas and Ideals*, 16(3-1), 195-228 (in Russ.). DOI: 10.17212/2075-0862-2024-16.3.1-195-228

Sevalnikov, A. Yu. (2019), “An overview of the Panel discussion "Fundamental problems of modern quantum physics"”, *Vox. Philosophical Journal*, 26, 154-186 (in Russ.). DOI: 10.24411/2077-6608-2019-00010; EDN: SQJNEJ

Sevalnikov, A. Yu. (2016), “Physics and philosophy: old problems and new solution”, *Philosophy Journal*, 9(1), 42-60 (in Russ.). EDN: VUDZSR

Silagadze, Z. K. (2005), “Zeno meets modern science”, *Acta Physica Polonica B*, 36, 2887-2930. DOI: 10.48550/arXiv.physics/0505042

Smolin, L. (2001), *Three Roads to Quantum Gravity*, Basic Books, New York, N.Y.

Strömberg, T., Schiainsky, P., Quintino, M. T., Antesberger, M., Rozema, L. A., Agresti, I., Brukner, C. & Walther, Ph. (2024), “Experimental superposition of a quantum evolution with its time reverse”, *Phys. Rev. Research*, 6(2), DOI: 10.1103/PhysRevResearch.6.023071

Vasyukov, V. L. (2005), *Kvantovaya logika* [Quantum logic], PER SE, Moscow, Russia (in Russ.).

Vilesov, Yu. F. (2002), “Zeno's Aporias and Heisenberg's Uncertainty Relation”, *Bulletin of Moscow University. Series 7. Philosophy*, 6, 20-28 (in Russ.).

Yushkevich, A. P. (ed), (1970), *Istoriya matematiki s drevneyshikh vremen do nachala XIX stoletiya: v 3 t. T. 1* [History of Mathematics from Ancient Times to the Beginning of the 19th Century: in 3 volumes. Vol. 1], Nauka, Moscow, USSR (in Russ.).

Информация о конфликте интересов: автор не имеет конфликта интересов для декларации.
Conflicts of Interest: the author has no conflicts of interest to declare.

ОБ АВТОРЕ:

Коромыслов Виталий Валерьевич, кандидат философских наук, доцент кафедры истории и философии, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, д. 23, г. Пермь, 614990, Российская Федерация; vvk79@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR:

Vitaly V. Koromyslov, Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Department of History and Philosophy, Academician D.N. Pryanishnikov Perm State Agro-Technological University, 23 Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russian Federation; vvk79@mail.ru