

DOI 10.25991/VRHGA.2022.3.1.012

УДК 1(091)

*С. П. Лебедев**

ЭЛЕЙСКОЕ МЫШЛЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКЕ. ЧАСТЬ 1. ПРЕДПОСЫЛКИ. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛОРЕНЦА

В статье рассматривается сходство в построении аргументов древнегреческих философов элейской школы и представителей современной релятивистской физики. Усматривается два типа аргументации — логосная (формальная) и геометрическая. Разбираются эксперимент Майкельсона — Морли и преобразования Лоренца — Фицджеральда как предпосылки специальной теории относительности.

Ключевые слова: элеаты, релятивистская физика, апории, относительность, специальная теория относительности, Майкельсон, преобразования Лоренца, геометрическое мышление, истина, кажущееся.

S. P. Lebedev

ELEATIC THINKING IN MODERN PHYSICS. PART 1. PREREQUISITES. LORENTZ TRANSFORMATIONS

The article discusses the similarities in the construction of the arguments of the ancient Greek philosophers of the Eleatic school and representatives of modern relativistic physics. There are two types of argumentation — logos (formal) and geometric. The Michelson-Morley experiment and the Lorentz-Fitzgerald transformations are analyzed as prerequisites for the special theory of relativity.

Keywords: Eleatics, relativistic physics, aporias, relativity, special relativity, Michelson, Lorentz transformations, geometric thinking, truth, seeming.

В короткий временной интервал — от Фалеса до Аристотеля включительно — сложились основные алгоритмы познания, имеющие универсальный характер. В своих важнейших чертах они реализуются в любых областях познания, будь

* Лебедев Сергей Павлович, доктор философских наук, профессор кафедры философии, религиоведения и педагогики, Русская христианская гуманитарная академия; lebedevsrg@rambler.ru

то философия или наука (гуманитарная или естественная). В каждой из этих областей упомянутые алгоритмы наличествуют либо полностью, либо частично, хитроумно переплетаясь между собой так, что их присутствие без специального анализа может и вовсе не замечаться. Знание этих алгоритмов или их фрагментов может стать весьма полезным для того, кто занимается современным познанием. Ведь они однажды (в Древней Греции) уже реализовали свой потенциал, показали, на что они способны, продемонстрировали свои эвристические и объяснительные возможности. Уже там они продемонстрировали, насколько их претензии оправдались фактическим положением дел, насколько их категориально-понятийный аппарат был адекватен той предметной области, которую он должен был объяснить. Успешность или ограниченность этих алгоритмов были выявлены, испытаны и даже исследованы уже в древности. И если какая-то современная концепция реализуется в границах того или иного алгоритма, познавательные возможности которого на принципиальном уровне выявила уже античность, то в общем и целом можно составить представление о возможностях и даже перспективах развития данной концепции в настоящий момент.

Напомним, в середине натурфилософского этапа развития античной философии появилась элейская школа, шокирующе непохожая на своих предшественников. Её отличие состояло в практикуемом ею мышлении, и прежде всего в его отношении к чувственному восприятию. Для сравнения отметим, что важнейшим инструментом доэлейской физики было, условно скажем, чувственное мышление, т. е. такое, которое настоящей реальностью считало чувственно воспринимаемое и не усматривало в отношении к последнему ни своего отличия, ни своей самостоятельности. Его работа состояла в том, чтобы вырабатывать формы единства чувственных переживаний, причем как можно более универсальные. Всё, что призвано предложить такое мышление, должно соответствовать содержанию чувственности, находиться с ней в согласии и не противоречить ей; именно в чувственности такое мышление видит критерий истинности своей работы.

Элеаты, в свою очередь, наткнулись на совсем другое мышление — отвлеченное. Его основная особенность состояла в том, что оно прекратило ориентироваться в своей работе на содержание чувственного опыта. Оно перестало принимать в расчет чувственность настолько, что видело истинность своей работы только в строгости рассуждений и попутном отрицании того, что очевидно для чувственности. Элейское мышление, действуя, ориентируется уже не на содержание чувственности, а на формы собственной активности, на собственные правила. В то же время никаких других вещей, кроме чувственно воспринимаемых, сознание того времени попросту не знало, поэтому вынужденно переносило на них свои абстракции. В элейском случае мышление рассуждало вроде как о чувственно воспринимаемых вещах (Ахиллесе, черепахе и т. п.), но то, что оно им приписывало, совершенно не соответствовало содержанию чувственного опыта. То, что в чувственном опыте возникает и гибнет, в отвлеченном мышлении не может ни того, ни другого. Движущееся в чувственном опыте оказывалось полностью неподвижным в мышлении. В результате то, что «видит» чувственность, не соответствует тому, что об этом говорит мышление.

Чувственный Ахиллес легко догоняет и перегоняет чувственную черепаху, а этот же Ахиллес, втянутый в сферу работы отвлеченного мышления, не может её ни перегнать, ни даже догнать. В этом последнем случае Ахиллес и черепаха «бегут» не по законам чувственно воспринимаемого, а по законам отвлеченного мышления, выполняя все условности, которые предъявляет такое мышление, стремящееся сохранить свою отвлеченность. Например, Ахиллесу, «бегущему» по правилам отвлеченного мышления, это последнее не позволяет «перешагнуть» через черепаху. Мысль требует, чтобы Ахиллес прошёл все возможные точки, появляющиеся в результате мысленного деления той прямой, которая отделяет его от черепахи. Чувственно воспринимаемое движение Ахиллеса вдоль некоторой линии отождествляется с мысленным «движением» деления этой линии. Чувственное движение, в котором участки пути меньше шага бегуна, объединяет их, превращая в потенциальные, а отвлеченное мышление делает то, что только и умеет делать — делит и обособляет каждую точку на этом пути, разрушая их потенциальное единство и превращая его в стремящееся к бесконечности множество актуально разделенных участков пути. Аристотель верно указал, что в апории Зенона потенциальная делимость расстояния между Ахиллесом и черепахой отождествляется с актуальной его разделенностью, т. е., применительно к нашему углу зрения, чувственно воспринимаемое отождествляется с отвлеченно мысленным. Вместо того, чтобы сделать шаг Ахиллеса неделимой величиной и прибавлять к одному его шагу очередной его шаг, отвлеченное мышление делит шаг Ахиллеса по своим правилам. Потенциально путь Ахиллеса бесконечно делим (отвлеченно мысленно, логически, геометрически), но актуально, чувственно, физически — нет. Возможность бесконечной отвлеченно мысленной делимости пути не имеет значения для чувственно воспринимаемого Ахиллеса и его чувственного же движения. Для последнего значение имеют только те участки пути, которые со-масштабны самому Ахиллесу, величине его шага. Чувственный Ахиллес в своей пробежке, разумеется, тоже делит пространство (путь), но делит его на неделимые порции пути, равные величине его шага. Только величина шага бегущего Ахиллеса делит его путь актуально (на определенное количество шагов), а то, что может быть разделенным внутри шага, существует лишь потенциально.

Казалось бы, ну и пусть себе отвлеченное мышление делает то, что оправдано в его границах: отдельная форма познания своеобразно на все смотрит, эка невидаль. Да, но ведь это мышление сказывается не об абстрактных, а как раз о чувственно воспринимаемых объектах и их свойствах (об Ахиллесе, черепахе, летящей стреле, движении и т. п.), от особенностей которых отвлекается и чувственно воспринимаемую целостность и специфику которых разрушает в процессе обретения своей отвлеченности. Ведь это им оно приписывает то, что считается правильным не для них, а для самого отвлеченного мышления; это их оно внутри своих рассуждений заставляет «жить» не по их законам чувственного восприятия, а по правилам такого мышления. Вместе с отвлеченным мышлением у его носителя (Парменид, Зенон и т. д. — нет им числа) появляется убежденность в том, что именно в нем, в этом мышлении, в его правилах содержится истина, истина чувственного восприятия. То, что

чувственный опыт фиксирует в чувственно воспринимаемых вещах (что они возникают, движутся и т. п.), отвлеченное мышление признаёт не истинным, иллюзорным; а вот истинным это мышление признаёт то, что именно оно приписывает таким вещам (что, мол, они не возникают, не гибнут, не движутся и т. д.). Если чувственно воспринимаемые вещи не соответствуют тому, что о них высказывает отвлеченное мышление, то тем хуже для них.

Такая убежденность, состоящая в том, что чувственное восприятие (точнее, ориентированное на него мышление, чувственное мышление) не говорит о себе истинное (это отчасти, разумеется, верно), что истину чувственного восприятия (и его мышления) обнаруживает именно и только отвлеченное мышление (а вот это уже не вполне верно) — эта интуиция стала важнейшей частью не только древнегреческой, но и мировой интеллектуальной культуры.

Главная проблема отвлеченного мышления состоит в том, чтобы понять, о чем оно сказывается, что является адекватным ему объектом. У этого мышления, и правда, имеются солидные достоинства: точность, строгость, последовательность, необходимость следования вывода из посылок, убедительность, доказательность. Но есть у него и недостатки, точнее, один, но большой недостаток. Он состоит в том, что именно тогда, когда это мышление демонстрирует все свои достоинства в наибольшей мере, оно категорически не соответствует чувственно воспринимаемым вещам, не в состоянии выразить их важнейшие свойства. Поэтому, когда оно проецирует себя на чувственно воспринимаемые вещи, появляются апории, разного рода парадоксы. Последние свидетельствуют в пользу того, что чувственно воспринимаемые вещи не подходят на роль того объекта, с которым может адекватно соотноситься отвлеченное мышление (это и понятно, ведь отвлеченное мышление возникает вследствие удаления из мысли всего чувственного содержания). Вот в этом проблема и существенный недостаток: чувственно воспринимаемые вещи не соответствуют тому, что им приписывает отвлеченное от них мышление, но оно все равно приписывает, насильно, сопровождая это насилие обвинениями в адрес чувственного восприятия, что оно недостаточно совершенно, не пронизательно, не истинно, не объективно, не необходимо, не точно, не строго, а изменчиво, мнимо, субъективно, случайно и т. п. Ну а если и в самом деле эти чувственные вещи не являются объектом для отвлеченного мышления, то тогда что есть его объект? О чем оно говорит? Ведь не может же оно быть беспредметным, мышлением ни о чем.

Вот именно эта проблема инициировала в древнегреческой философии, в постэлейский её период, поиск объекта для отвлеченного мышления, отличного от чувственного восприятия. В целом поиск закончился учением об идеях, но был и промежуточный результат. Он состоял в том, что отвлеченная мысль, вместо отодвинутых в сторону чувственно воспринимаемых вещей, сконструировала отвлеченно мысленные их аналоги — вроде как чувственно воспринимаемые, но находящиеся за порогом фактического чувственного восприятия (слишком для этого малы), обладающие отвлеченными свойствами и свободные от неприемлемых для отвлеченного мышления качеств, которые это мышление никак не может подчинить себе (вкус, цвет, запах и т. п.). Эти аналоги вроде как не чувственные, но, с другой стороны, и чувственные,

по крайней мере, обладающие кое-какими общими с чувственными вещами свойствами (атомы Левкиппа и Демокрита, плоскостные треугольники Платона). Некоторые важнейшие из них, как правило, геометрические. Геометрические же свойства очень удобны для целей отвлеченного мышления: они уже достаточно абстрактны, чтобы стать инструментом отвлеченного мышления, но при этом содержат в себе характеристики, все еще связанные со сферой чувственно воспринимаемого (например, пространственную выраженность). Они вроде как уже приемлемы для отвлеченного мышления, но при этом пока еще понятны и чувственному восприятию, по крайней мере, полностью не порывают с ним связи. Они вроде как еще чувственные, но уже подчиняются требованиям отвлеченного мышления и его правилам.

Глубинная элейская интуиция о том, что отвлеченная мысль есть истина чувственно воспринимаемых вещей, нашла свою реализацию в разных областях познания, в разное время и в разной мере. Например, в учении Платона о «материальном» начале и в раннем платоновском идеализме, у Гегеля, в новоевропейском и современном естествознании. У всех них (и многих других) по-разному проявляется одно и то же — убежденность в том, что отвлеченная мысль есть истина чувственно воспринимаемого и даже его основа. Например, Платон в «Тимее» предлагает считать основой чувственно воспринимаемых вещей исключительно геометрические объекты — плоскостные треугольники и построенные из них объемные фигуры: тетраэдр, октаэдр, икосаэдр и куб. С точки зрения Гегеля, логика предельно отвлеченного мышления является истиной и основой чувственно воспринимаемых вещей. Естествознание, между прочим, тоже не осталось в стороне. Положим, в физике имеются концепции, в которых дело обстоит похожим образом, например в специальной теории относительности (СТО). По поводу проэлейского мышления упомянутых выше историко-философских персонажей мы уже высказывались в других работах [1; 2; 3]. Здесь же нам стало интересно взглянуть на то, как элейская установка «работает» уже не в философии, а в частной науке, точнее в специальной теории относительности.

Строй элейской аргументации поделен как бы на две части — чисто логическую, которой занимался Парменид, и геометрическую, где подвизался Зенон. Парменид, в самом деле, рассуждал исключительно логически, опираясь лишь на чистые значения слов и манипулируя ими, при этом совершенно игнорируя сферу чувственного восприятия, её особенности и потребности. Назовём этот тип аргументации логосным, поскольку он опирается на чистые значения слов, на чистые мысли, не обращая никакого внимания на чувственные вещи. Рассуждения Парменида выглядят очень убедительными, исходные положения как будто даже самоочевидны. Что можно сказать о «есть» и о «не есть»? «Есть» есть, «не есть» не есть. Что тут возразишь? Из не есть «не есть» вытекает с неизбежностью, что возникновение невозможно, что поистине (для отвлеченного мышления) нет многого, нет движения, нет частей и т. п., и, как из рога изобилия, следуют одно положение за другим, логично из него вытекаая. Такое «вытекание» одного положения из другого понимается отвлеченным мышлением как исключительно сильные его свойства: необходимость следования, строгость, точность, объективность.

Всё так, однако история показала при этом, что рассуждения Парменида не представляются тем не менее самодостаточными, содержащими в себе критерий исчерпывающей правоты (в случае с элеатами ясно, что это из-за их несоответствия содержанию чувственного опыта; именно последний побуждает сомневаться в адекватности рассуждения, пусть даже очень логичного). Неприятие чувственным восприятием (и чувственным мышлением) сильных сторон отвлеченного мышления, когда последнее находится в противоречии первому (очень многие относились к положениям элейской школы крайне отрицательно), побуждает абстрактную мысль даже не защищаться, нет, — скорее, атаковать чувственный опыт, компрометировать его, подчинять его себе, покорять его, разрушать к нему доверие (этому служат апории Зенона). Для этого отвлеченная мысль «вторгается» на территорию «противника» — чувственного опыта (т. е. начинает рассуждать о нём) и пытается сымитировать его содержание, однако по своим правилам, стремится реконструировать его, но так, как это выгодно ему, мышлению. Имитация чувственных процессов должна производиться инструментами отвлеченного мышления, причем такими, которые еще не утратили некое единство с чувственным восприятием.

Именно тут возникает потребность в еще одном типе аргументации против чувственного опыта — в геометрическом, зеноновском. Пока Парменид упражнялся с чистыми значениями слов, не обращая внимания на чувственные вещи, геометрия не требовалась; но как только отвлеченная мысль, осознав свою специфику и истинность, устремилась покорять чувственность, надобность в геометрии тотчас появилась. Зенон поэтому рассуждает уже геометрически, хотя в фоновом режиме, разумеется, у него присутствуют Парменидовы чисто логические положения. Геометрия — это отвлеченное мышление, оперирующее чистыми значениями слов, но такое, которое содержит в себе идеализированные этим мышлением элементы чувственного восприятия (прямая линия, треугольник, иные фигуры — это всё идеализированные мыслью свойства чувственно воспринимаемых вещей; идеально прямой линии нет в чувственном опыте, она есть только в мышлении, когда оно мыслит, например, прямое в строгом соответствии со значением слова «прямой», категорически исключая при этом даже намек на какую-нибудь кривизну). Подчинение этих элементов правилам отвлеченного мышления способствует умалению значения чувственного восприятия в сравнении с первым.

Основные инструменты Зенона в геометрической части аргументации — это прямая линия и точки на ней. В зависимости от задачи Зенон назначал этим точкам те или иные функции. К примеру, в одной апории некоей точке (обозначающей, положим, черепаху) назначалась функция предела для движения другой точки (Ахиллеса из апории «Ахиллес и черепаха»), в иной подчеркивалось принципиальное отличие точки от линии (момент времени «теперь», не имеющий величины, точнее длины, в апории «Стрела»). Но в любом случае мышление по своему произволу, исходя из стоящей перед ним задачи, назначало точкам те или иные функции, причем таким образом, чтобы в конечном счете показать абсурдность очевидных и интуитивно понятных для чувственности положений. То, что соответствовало отвлеченному мышлению (логосному и геометрическому), понималось элеатами в качестве бытия, того, что по-

настоящему есть, в качестве истины, а то, что демонстрировало чувственное восприятие, определялось как кажущееся, мнимое.

Нечто сходное можно подметить и, в частности, в релятивистской физике. В ней тоже аргументация имеет два уровня. Один, если угодно, — логосный, представляющий собой формализованный математический язык, не связанный необходимо с содержанием чувственного восприятия. Другой — геометрический, тоже отвлеченно мысленный, но такой, который, тем не менее, всё еще связан с чувственностью, преобразованной мыслью, и стремится сконструировать содержание чувственного восприятия по правилам геометрического мышления. Переход от формы логосной аргументации к геометрической является, видимо, необходимым в тех случаях, когда отвлеченное мышление пытается встать в отношении к чувственности, сохраняя собственное своеобразие. Геометрия представляет собой, если угодно, точку пересечения отвлеченного мышления и чувственного восприятия. При этом она может разделять их (как это было в элейской школе), а может и стремиться к их объединению, правда, на условиях отвлеченного мышления (такова роль геометрии в СТО).

Формализованная аргументация (логосная), объясняющая релятивистские эффекты, берет начало в преобразованиях Лоренца, а вот особая потребность в геометрической аргументации возникла тогда, когда СТО отказалась от физического обоснования указанных преобразований и вместо него должна была предложить какое-то иное оправдание, не физическое. Им и стало обоснование геометрическое, сходное в определенной мере с тем, какое использовал Зенон. Нам бы не хотелось представлять дело таким образом, будто между Лоренцем и Парменидом есть точная и прямая аналогия. Если о последней и можно говорить, то в очень-очень условной мере. А вот между аргументацией СТО и апориями Зенона аналогия весьма заметна, хотя, разумеется, в «инструментах», используемых в обоих случаях, присутствует различие. Важно заметить также, что между аргументами Зенона и СТО есть различие и в задачах.

Зенон отвлеченным мышлением пытался разрушить доверие к чувственному восприятию, его не интересовала вопиющая острота конфликта между первым и последним, элеаты были безразличны к тому, что в их подходе связь между мышлением и чувственностью почти исчезает, а сама чувственность теряет для истины всякое значение. Напротив, чем больше чувственное восприятие будет унижено и дискредитировано, тем лучше для отвлеченного мышления, для его победы в конкурентной борьбе за пребывание в сфере истины. Что ж, потому элеаты и не были физиками в собственном смысле слова, их называли «неприродниками», «остановщиками движения». Релятивистская же физика не может позволить себе вот так просто полностью разрушить доверие к чувственности и отвернуться от неё, не перестав при этом быть физикой; напротив, в своём геометрическом конструировании она пытается не разрушить, а укрепить связь между отвлеченным мышлением и чувственностью, вызвать доверие со стороны последней к первому и к производимым им парадоксам. Отвлеченная мысль релятивистской физики, утверждая свои положения, будучи уверенной в их правильности, пытается убедить в них и чувственность; она стремится доказать, что, если бы чувственность была «более тонкой и пронизательной» (например, если бы переживание сверх-

высоких скоростей было для чувственности обычным делом), то она должна была бы воспринимать именно то, что вытекает из расчетов отвлеченной мысли, — положим, релятивистские эффекты.

Отметим, что основным предметом нашего рассмотрения является именно «устройство» геометрического способа аргументации. Однако его нельзя провести без исследования предпосылок, в связи с чем важным оказывается анализ преобразований Лоренца. Поэтому материал, который представляется необходимым изложить в связи с указанными задачами, целесообразно разместить в двух статьях: во второй проанализировать собственно геометрический способ аргументации, принятый в СТО, а в первой обратить внимание на преобразования Лоренца, без которых будет не вполне понятной потребность в упомянутой геометрической аргументации.

Лоренцевы преобразования появились как способ решения парадоксов экспериментов Майкельсона — Морли. Результаты их опытов с интерферометром были и в самом деле шокирующими. Свет показал себя не подчиняющимся классическому закону сложения скоростей. К скорости света можно прибавить скорость движения, например, Земли, можно попытаться вычесть из первой последнюю, однако при этом скорость света останется неизменной. Скорость луча света, к которой прибавляется или из которой вычитается скорость движения Земли, ничем не отличается от скорости луча, к которой ничего не прибавляется и из которой ничего не вычитается. И это опытный факт.

Представим себе странность ситуации на простом примере: два совершенно одинаковых бегуна (луча света) стартуют одновременно в разных средах (в движущейся и в неподвижной), финишируют одновременно (одновременность старта и финиша есть незыблемый опытный факт), пробегают одно и то же (предполагается, что одно и то же) расстояние; при этом предполагается, что движутся они с разными скоростями (согласно представлениям классической физики, скорости должны быть разными, потому что скорость бегущего в неподвижной среде равна его собственной скорости (например, по лестнице вверх и вниз), а скорость бегущего в движущейся среде (например, пробежка вверх и вниз по движущемуся эскалатору) будет иной, суммарной, складывающейся из его собственной скорости и скорости движения среды (эскалатора)). Такая ситуация с бегунами представляется странной, даже невозможной, но именно это произошло с совершенно одинаковыми лучами в интерферометре Майкельсона. Казалось бы, если два бегуна бегут с разными скоростями, то в случае одного времени их нахождения в пути они должны пробежать разное расстояние; в случае же одинакового расстояния им надлежит находиться в пути разное время. Одно допущение из двух напрашивается в качестве правильного. Но так, чтобы время нахождения в пути их обоих, и расстояния, пройденные каждым, были одинаковыми при разных скоростях, это уже слишком! Тем не менее опыт показывал, что именно так и есть, по крайней мере на уровне непосредственного чувственного восприятия.

С точки зрения мысли это парадокс. Опытное положение дел как минимум на уровне чувственного восприятия оказалось противоречащим мысли. Как мысль может снять это противоречие? Что может предложить мысль со своей стороны, чтобы и содержание чувственного опыта (наблюдаемых результатов

эксперимента) не подвергать отрицанию (а как это сделаешь, если это содержание — опытный факт), и дать такую трактовку наблюдаемого, в которой мысль не будет впадать в противоречие с собой (например, сохранит свою правоту классический закон сложения скоростей)? Мысль может предложить то, что делала всегда в конфликтных ситуациях, — решить проблему введением оппозиции «бытия» и «кажимости», разделить и развести подлинное (бытие), то, что по-настоящему есть, и мнимое, которое только кажется существующим, но которого поистине нет. Причем подлинное будет выражаться чистой мыслью, а мнение окажется произведенным усилиями непосредственного чувственного восприятия и ориентированного на него мышления (это мышление из-за своей зависимости от чувственности не является «чистым»).

Присмотримся повнимательнее к парадоксу. Что имеем в непосредственном чувственном опыте? Одновременность старта и финиша обоих лучей, одинаковые длины путей и время нахождения их в пути. Суммарные скорости лучей, как предполагалось, должны быть разными, но в опыте они показали себя одинаковыми. Это обстоятельство и нужно было объяснить. Старт и финиш разумно оставить в покое, поскольку их одновременность есть очевиднейший эмпирический факт, с ним ничего не сделать. Тогда в качестве объекта, пригодного для возможных мысленных интерпретаций (манипуляций), останется только то, что между стартом и финишем, — пространство (расстояние, которое прошли лучи) и время, в течение которого каждый из лучей преодолел своё расстояние. То, что происходит с расстоянием и временем нахождения в пути, уже не очевидно для непосредственного чувственного наблюдения. Именно здесь можно поискать причины тех странностей, которые стали итогом эксперимента. Либо нужно показать, что расстояния, пройденные каждым из лучей, каким-то образом не одинаковы, либо продемонстрировать какую-то неодинаковость времени нахождения в пути. Вариантов не слишком много, если иметь в виду те, которые позднее были востребованными наукой. Имелись и другие, но научная мысль за ними не пошла.

Физики погрузились в раздумья. Один из них, Хендрик Лоренц, предложил разделить обнаруженное в опыте на подлинное (имеющее место для отвлеченной мысли) и кажущееся (то, что воспринимает чувственность и производит мысль, ориентированная на чувственность). Он выдвинул гипотезу о том, что твердый объект, в состав которого входят заряженные частицы (а таковы все материальные объекты), в процессе его движения в эфире производит электромагнитные-магнитные возмущения (магнитные при этом перпендикулярны направлению движения упомянутых частиц), что приводит к деформации построенных из них молекул и сокращению длины объекта в направлении его движения. (Справедливости ради стоит отметить, что к идее сокращения размеров движущегося тела еще до Лоренца пришел Дж. Фицджеральд, излагая эти соображения публично в своих лекциях. Оба мыслителя пришли к такому допущению независимо друг от друга, отчего этот гипотетический эффект стал называться сокращением Лоренца — Фицджеральда.) Лоренц предположил, что и в опыте Майкельсона происходит то же самое — сокращение длины плеча интерферометра, ориентированного по направлению движения Земли. При таком допущении понятно, почему

тот луч, суммарная скорость которого медленнее, стартовав одновременно с более «быстрым» лучом, и финиширует с ним тоже одновременно: он просто проходит со своей медленной скоростью более короткий путь. Стартовали одновременно, финишировали одновременно, а пути разные.

Но чувственный опыт возражает: ведь сокращение соответствующего плеча интерферометра не заметно на уровне непосредственного чувственного восприятия, равенство каждого плеча интерферометра всем остальным подтверждено многократными измерениями (разумеется, чувственным способом, например линейкой, и т. п.). Да, незаметно, но это *кажущаяся* незаметность, настаивает Лоренц; лишь непосредственному чувственному восприятию кажется, что с интерферометром ничего не происходит, и только для того наблюдателя существует эта кажимость, который находится с интерферометром в одной инерциальной системе, рядом с ним, в непосредственном чувственном контакте с ним. Тогда кому же открывается «бытие», «подлинное»? Кому открывается то, что в направлении движения плечо интерферометра сокращается? А вот это, поясняет Лоренц, делается заметным тому наблюдателю, который занимает абсолютную систему отсчета, тому, кто неподвижный эфир сделал системой отсчета. Из этой абсолютной системы отсчета открывается, что происходит сокращение длины плеча интерферометра в направлении его движения. Это истина и бытие, выявленное мышлением, а неизменность указанного плеча — кажимость, данная непосредственному чувственному восприятию. Если смотреть из абсолютной системы отсчета, то никаких парадоксов вообще нет: ну, стартовали лучи одновременно, ну, пришли к финишу одновременно при разных суммарных скоростях, так это оттого, что прошли разное расстояние.

В свою очередь, наблюдателю, находящемуся возле интерферометра в относительной системе отсчета и опирающемуся на данные непосредственного чувственного восприятия, видится иное, продолжает Лоренц. Он видит одновременность начала и завершения движения лучей, но при этом не видит сокращения пути одного из них. Он тщательно проверяет размеры каждого из плеч интерферометра, но не усматривает никакой разницы (по мысли Лоренца, измерительные приборы (линейка, например) тоже будут сокращаться; это видно из абсолютной системы отсчета). Доверяя своему чувственному опыту, наблюдатель исключает одновременность старта и финиша, а также величину пути из числа тех обстоятельств соревнования лучей, в которых может таиться подвох. Где тогда искать этот подвох? Что может подуматься наблюдателю, находящийся в относительной системе отсчета, рядом с интерферометром? Что может предложить его мысль?

По мнению Лоренца, в голову этого наблюдателя должна прийти мысль о том, что что-то происходит со временем (кроме времени он не видит больше кандидатов). Не расстояние (которое кажется ему неизменным), а время должно быть каким-то образом неодинаковым, время одного должно быть короче (раз он идет с большей скоростью), а другого длиннее (поскольку он идет медленнее). Что значит «короче» и «длиннее» при одновременности начала и конца движения? Это значит, что у одного оно должно протекать относительно быстрее, у другого медленнее, в одни и те же границы, обозначаемые стартом и финишем, в один интервал, должно войти в одном случае «больше»,

а в другом — «меньше» времени. При одновременных старте и финише эти «больше» и «меньше» могут быть интерпретированы только как «медленнее» и «быстрее» текущие. Для наблюдателя, находящегося в абсолютной (неподвижной) системе отсчета, время, за которое оба луча проходят свои пути, течет абсолютно, т. е. одинаково и в его, и в относительной системах. А вот наблюдатель, находящийся в относительной системе отсчета, к течению времени может относиться и иначе. Рассудив, он решит, что течение времени для обоих лучей будет не одинаковым.

Представим, что имеется некий интервал времени, например, секунда. В течение этой секунды движутся две точки со скоростью 1 м/сек. За одну секунду каждая точка проходит один метр. Предположим, далее, что время для обеих движущихся точек по каким-то причинам начинает течь с разной скоростью: например, для точки А секунда длится в два раза дольше, чем для точки В (часы идут в два раза медленнее). Скорость, напомним, у обеих точек одинаковая. Тогда получается, что за одну и ту же секунду (например, за одно деление на часах) точка А пройдёт расстояние в два раза большее, чем точка В. Эту мысль о замедлении времени наблюдатель, находящийся в относительной системе отсчета, может применить и для разрешения странных результатов опыта Майкельсона — Морли. Старт и финиш для обоих лучей одни и те же. Расстояния ему представляются одинаковыми, а скорости — разными. Тогда получается, что для того, чтобы медленнее летящий луч финишировал с быстро летящим лучом одновременно, нужно замедлить время для этого «тихохода». Только в этом случае он за тот же интервал времени с меньшей скоростью пройдёт такое же расстояние. Течение времени должно замедлиться настолько, чтобы можно было скомпенсировать разность скоростей.

Хорошо, а каковы причины замедления времени? Тут уже к электромагнитным возмущениям эфира не поапеллируешь. Тогда вот вариант: время просто замедляется в направлении движения (применительно к опыту Майкельсона — Морли, оно замедляется для луча, который вместе с Землей (относительная система отсчета) движутся в одном направлении относительно неподвижного эфира (абсолютная система отсчета)). Оно будет течь медленнее для луча, движущегося в направлении движения Земли, и относительно быстрее для другого луча, движущегося в направлении, перпендикулярном направлению движения Земли. Единообразно текущее время движения обоих лучей для «абсолютного» наблюдателя превращается в разно-текущее для наблюдателя «относительного». Такое медленно текущее время Лоренц называл «местным», а само замедление течения времени считал кажущимся, не подлинным. Его кажущийся характер обусловлен тем, что наблюдателю, находящемуся в относительной инерциальной системе отсчета (возле интерферометра) не заметно сокращение длины того пути, который должен пройти один из лучей. Была бы у него возможность видеть это сокращение (это возможно только из абсолютной системы отсчета), в предположении о замедлении времени не было бы никакой надобности. Таким образом, по мысли Лоренца, могут происходить деформации пространственных и временных характеристик вещей и их движений, но первые подлинны, вторые же лишь кажущиеся.

В исполнении Лоренца пространство и время приняли на себя искажающий удар парадокса опыта Майкельсона. Пространство — в абсолютной системе отсчета, время — в относительной. При этом, невзирая на то, что только пространственные изменения подлинны, а изменения во времени всего лишь кажущиеся, пространство и время должны сокращаться и замедляться одинаково, пропорционально возрастанию или уменьшению скорости (но одно кажущимся образом, а другое подлинно). Насколько сократились пространственные характеристики движущегося объекта в абсолютной системе отсчета, настолько же должно замедлиться и время в относительной системе. Поэтому в случае, если вдруг человек не сможет физически стать наблюдателем в абсолютной системе отсчета, если он обречен довольствоваться лишь относительной системой и рассуждать только о замедлении времени, то именно это замедление должно стать ключом к пониманию пространственных сокращений. Это замедление времени есть инструмент преодоления кажимости и обнаружения подлинного (сокращения длины в направлении движения). И, если речь пойдет о подборе, можно даже сказать, о придумывании математического аппарата, могущего описать эти странности поведения пространственных и временных свойств движущихся относительно друг друга объектов, то и сокращать пространство, и растягивать время должно одним и тем же математическим инструментом. Сокращение длины и замедление времени — это один и тот же процесс, поразному объясняющийся в абсолютной и относительной системах отсчета. И все это Лоренцу удалось благодаря предположению о сокращении длины тела в направлении его движения.

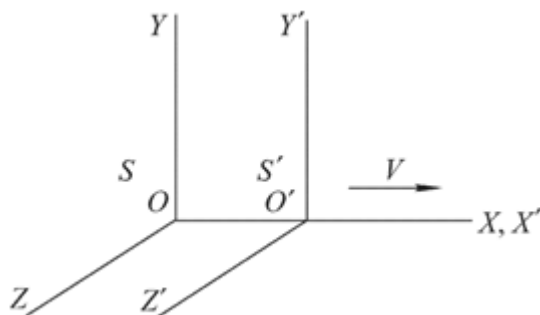
Такова была гипотеза, построенная мыслью, столкнувшейся со странными опытными данными. Она опиралась на представление о существовании эфира и абсолютной системы отсчета. Это только гипотеза, причем такая, что опровергнуть её невозможно, как нельзя и доказать. А вот что возможно и даже необходимо, так это оформление. Нужно математически выразить зависимость между скоростью и сокращением длины в абсолютной системе отсчета, а также между скоростью и замедлением течения времени в относительной системе. Ведь нельзя же в самом деле один и тот же стержень (плечо интерферометра) просто взять и изобразить в одной инерциальной системе (абсолютной) чуточку короче, чем в другой (относительной). Нужен математический инструмент, который не столько опишет упомянутую зависимость, сколько сконструирует её.

Оформление для физики означает сочинение такого математического аппарата, которым можно было бы описать содержащееся в замысле. Ясно, что речь должна идти о преобразовании координат некой вещи, какие она имеет в движущейся инерциальной системе, в координаты этой же вещи в неподвижной системе, и наоборот. Нужно было описать преобразования кажущегося (данного в чувственном восприятии и принятого мыслью в относительной инерциальной системе) в истинное (того, что происходит для мышления в абсолютной системе координат) и, наоборот, истинного в кажущееся. Преобразования Галилея совершенно не годились для этого: они вообще не были рассчитаны на разделение кажущегося и истинного, но, по мысли самого Галилея, имели дело только с истинным. Но истинное для Галилея уже не представлялось

Лоренцу действительно истинным для электродинамики, поскольку галилеевские преобразования не предполагали изменение линейных размеров вещи в направлении её движения. Более того, для Лоренца преобразования Галилея прикрепляют исследователя к сфере кажущегося и уж никак не могут вывести за его пределы (именно потому, что не учитывают сокращения размеров).

Лоренцу требовались такие преобразования, которые включали бы в себя преобразования Галилея (кажущееся, не учитывающее полностью то, что есть) и добавляли к ним некий элемент, корректирующий кажущееся до истинного. Эти новые преобразования должны быть такими, чтобы они соответствовали эксперименту, который показал опытную независимость скорости света от скорости движения его источника, и также такими, чтобы они показывали изменение длины движущегося объекта в направлении его движения. Если скорость света остается неизменной при увеличении или уменьшении скорости его источника, то это значит, что происходит сокращение длины; если удастся описать сокращение длины движущегося объекта, то скорость света останется неизменной на уровне непосредственного чувственного опыта и при этом выполнится классическая формула сложения скоростей, которую Лоренц хотел сохранить. Нужно было длину вещи связать со скоростью вещи, при этом скорость света должна быть показана как предельная (какой она показала себя в эксперименте Майкельсона), а классический закон сложения скоростей работающим. Таким был замысел Лоренца.

Преобразования Галилея просты, очевидны, свободны от гипотетичности, в них нет ничего, что вызывало бы какие-то вопросы. Возьмем две инерциальные системы отсчета: S и S' ; начало координат обеих систем O и O' в некоторый момент времени находятся в одной точке, т. е. $O=O'$. Инерциальная система S' движется относительно инерциальной системы S вдоль оси X со скоростью V . Изменение положения одной системы относительно другой происходит только по оси X , по другим осям, Y и Z , изменения не происходят и этими осями можно пренебречь. Обозначим некую координату X в системе S , а в системе S' эта же координата будет X' . Каким будет положение этой координаты теперь уже X' в системе S' ?



Преобразования, как говорилось, просты: координаты Y и Z не меняются, поэтому можно записать $Z' = Z$, $Y' = Y$. Не меняется и время, поэтому $t' = t$. А вот по оси X изменения есть, и их можно записать так: $X' = X - Vt$. (Это прямые преобразования. Обратные выглядят так: $X = X' + Vt$.)

А вот преобразования Лоренца иные. В них содержатся и преобразования Галилея тоже, но к последним пристраивается некая математическая конструкция, некий инструмент, который и должен скорректировать их до истинных преобразований. Этот инструмент призван решить сразу три задачи. Во-первых, гарантировать предельный характер скорости света (независимость её от движения источника излучения или поглощения, что вытекало из экспериментов Майкельсона — Морли); во-вторых, обеспечить сокращение длины физического объекта в направлении его движения (мысленное объяснение опытного факта, сохраняющее классическую формулу сложения скоростей); и, наконец, в-третьих, попутно обеспечить кажущееся замедление времени. Формулу построить нужно так, чтобы она имела смысл и не становилась абсурдной лишь при том условии, что все остальные скорости будут ниже скорости света. Этим инструментом, прибавленным к галилеевским преобразованиям, стал множитель

$$\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Конструкция была разработана Лоренцем для описания электростатических взаимодействий и спроецирована на молекулярный уровень для выражения взаимодействия молекулярных сил притяжения и отталкивания. Перемещение твердого тела в эфире может, по мысли Лоренца, привести к такому расположению молекул в этом теле, которое опять-таки может обусловить сокращение его в направлении движения в отношении

$$\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

где v — скорость движущегося объекта, c — скорость света. (Лоренцем использовались иные обозначения — p и v соответственно. Здесь приводим привычные устоявшиеся обозначения [1, с. 74–75].) Это так называемый Лоренц-фактор. Он показывает гипотетическую зависимость молекулярных сил от электромагнитных и, соответственно, зависимость размеров материального объекта в направлении его движения от скорости (чем выше скорость, тем сильнее электромагнитные возмущения и, соответственно, «деформация» молекулярных сил, а значит, тем сильнее и сокращение размеров тела в направлении его движения). Умный инструмент. Этот множитель уходит в знаменатель преобразований Галилея, и формула для вычисления X' выглядит уже иначе, чем у Галилея:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

В ней все продумано, но интересен знаменатель, его устройство. v не может быть больше c , не может быть даже равно c , потому что под корнем тогда будет ноль или что-то меньше ноля, что невозможно: извлечь корень из 0 или из отрицательной величины для действительных чисел нельзя. v обязательно должно быть меньше c , только в этом случае формула будет иметь смысл. Корень гарантирует, что v должно быть меньше c . Корень из единицы — единица. Поэтому, даже если отвлечься от $v2/c2$ и оставить в знаменателе только корень из единицы, то фактически будем иметь дело с преобразованиями Галилея. Но вот сочетание $v2/c2$ с единицей и под корнем уже решает нарисованную в воображении Лоренца задачу: оно не позволяет v подняться выше c и неминуемо повлияет на x' . x' уже не будет равным $x - vt$, как было у Галилея, потому что в варианте Лоренца $x - vt$ должно делиться не на единицу (что сохраняло бы галилеевы преобразования), а на $\sqrt{1 - v2/c2}$, и вследствие этого x' уже не было бы равно $x - vt$.

Этот же релятивистский корень необходимо применять и для вычисления времени. У Галилея $t' = t$. Но у наблюдателя, находящегося в относительной системе отсчета (возле интерферометра), могла, или даже должна была, согласно Лоренцу, появиться мысль о замедлении времени для одного из лучей. Должно быть так, чтобы $t' \neq t$. Релятивистский корень позволяет это сделать

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Что собой представляет релятивистский корень? Это гипотеза, точнее, сконструированное математическое выражение гипотетического предположения о том, что всякое тело сокращается в направлении своего движения в эфире (а также о том, что молекулярные силы деформируются соответствующим образом). В основе этой гипотезы не лежит чувственный опыт (эксперимент Майкельсона — Морли свидетельствует только о том, что скорость света не зависит от скорости движения источника). Если эту гипотезу принять, если согласиться с тем, что применение релятивистского корня вполне оправдано, то с его помощью, с помощью его модификаций, можно вполне строго, точно и последовательно вывести много чего еще, включая релятивистскую массу, и всё это можно сделать, даже не заглядывая в опыт. Здесь мысль (логос, формула) будет двигаться как бы сама собой: формула может поочередно входить в математическое описание тех или иных свойств физических объектов, которые прежде представлялись незыблемыми, а теперь, благодаря корню, становятся релятивистскими. Мысль преобразуется в мысль, вытекает из мысли. Так работает логосный тип аргументации. Пусть отдаленно, не по содержанию, а по форме, в широком смысле слова понимаемой, преобразования Лоренца (и кроме них еще много чего иного) «работают» так же, как и логос Парменида: мысль, найдя некое ключевое значение, приступает к выведению с его помощью значений производных и к проецированию их на разные аспекты своей предметной области.

Ну а дальше преобразования Лоренца должны подвергнуться проверке. Проверке и следствий, и причин. Она включает в себя и испытание формализ-

мов на опытном (чувственном) уровне, и анализ тех начал и причин, которые лежат в их основе. Без проверки гипотеза остается всего лишь гипотезой, какой бы красивой она ни была. Математические построения выглядят логично, но есть ли такое чувственное восприятие (реальный физический объект), которое этим рассуждениям соответствует? Что в чувственном восприятии на тот момент времени могло подтвердить и релятивистский корень, и описываемое с его помощью сокращение?

Вот тут для концепции Лоренца многое неблагоприятно. Её можно было бы принять с уверенностью, если бы удалось опытным путем доказать, что движение заряженных частиц в эфире действительно приводит к их пространственной деформации (сокращению в направлении движения). Нужно признать, что это дело не из легких. Спросим себя, как эта задача могла восприниматься в конце XIX — начале XX веков? Уж точно не как задача, могущая сиюминутно получить решение. Её решение (положительное или отрицательное), если и виделось возможным, то в очень отдаленной перспективе. Не тогда, когда ответ был жизненно необходим. А что до этой светлой поры должна была делать физика? Пребывать в состоянии глубокого кризиса, вызванного парадоксальными экспериментами Майкельсона — Морли, и унывать? Дело усугублялось тем, что в этих экспериментах не было обнаружено и эфира, как уже говорилось. И как можно подтвердить, обосновать релятивистский корень, если сам основной виновник его появления — эфир — не нашел своего опытного подтверждения? У Лоренца корень оправдывает, скорее, невозможность обнаружить эфирный ветер в эксперименте, а вовсе не его (эфира) существование. Ну а если представить, что эфир не обнаружен не потому, что не обнаружен, а потому, что его просто не существует, то нет и сокращения длины, а следовательно, нет оправдания и преобразованиям Лоренца, включая релятивистский корень. Может показаться парадоксальным, но красивая идея сокращения была обездвижена именно физическим её аспектом (на наш взгляд, сильной её стороной) — невозможностью опытной проверки ни существования эфира, ни сокращения размеров тела в направлении его движения из-за электромагнитных возмущений.

Ситуация, в которой оказалась физика после появления концепции Лоренца, была примерно такой. Можно сохранить положения Лоренца и до опытной их проверки (когда бы она ни случилась) пребывать в состоянии полной неуверенности и неясности. Можно отбросить соображения Лоренца, отказаться от Лоренц-фактора и продолжать находиться в той же самой (если не большей) неуверенности и дезориентированности. Можно, наконец, попытаться отвлечься от физического фактора — от Лоренцевых рассуждений о причинах сокращения и опытной их проверки, требующей значительного времени, — и доказать нефизическими средствами то из этих рассуждений, что может быть доказано прямо здесь и сейчас, без бесконечного ожидания подходящего физического эксперимента. Нефизическими средствами — значит, логическими в широком смысле слова, силой отвлеченного мышления, как правило, не нуждающегося в чувственном опыте для собственного строительства. Только отвлеченная мысль, строгая, точная, последовательная, может доказать прямо сейчас то, что от чувственного опыта потребует длительного

времени. Если это предприятие удастся, то для физики оно станет выходом из глубокого кризиса не когда-то потом, а прямо сейчас. Специальная теория относительности не стала ждать, она отказалась от бесполезного опыта, отказалась от необнаружимого эфира, но при этом сохранила логосную (мысленную, формальную, математическую) часть преобразований Лоренца. Ясно, что сами преобразования без того, что их обосновывает, несамостоятельны и необязательно истинны. Их нужно было переобосновать, обосновать не физическими, а какими-то иными средствами. Отказав чувственному опыту в том, чтобы быть основанием оправдания преобразований Лоренца, специальная теория относительности предложит оправдания геометрические. Они, если удастся правильно построить доказательство, в состоянии снять кризис прямо здесь и сейчас. Постояв перед дилеммой: получить определенность когда-нибудь потом или получить её тотчас, — физики дружно выбрали последнее.

А что делать философам? Физики свои проблемы решили, но является ли это их решение решением также и для философов? Философская мысль должна не только восхищаться изменениями картины мира, внесенными релятивистскими элементами, но и заняться осмыслением обоснованности важнейших инструментов релятивизма. Множитель Лоренца — крайне важный, ключевой инструмент. Он слишком существенен, чтобы можно было игнорировать меру его обоснованности. Он должен иметь такую обоснованность, которая соответствовала бы его значимости. Рассуждения о том, что «мы не знаем почему математические описания физических явлений (иногда совершенно произвольные) работают, но они, действительно, работают и подтверждаются практикой», — эти рассуждения, может быть, успокоят физиков, но точно недостаточны для философов.

(Окончание в № 4 «Вестника РХГА» за 2022 г.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев С. П. Идеализм: история и логика генезиса. — СПб., 2008.
2. Лебедев С. П. Гегелевское понимание историко-философского процесса, его критика и альтернативы // Вестник Русской христианской гуманитарной академии. — 2019. — Т. 20. — № 3. — С. 63–78.
3. Лебедев С. П. Критика гегелевской трактовки историко-философского процесса // Творческое наследие Гегеля: философия, теология, право, экономика. Сборник материалов Межрегиональной конференции с международным участием, посвященной 250-летию со дня рождения Г. В. Ф. Гегеля / Отв. ред. Д. В. Масленников. — СПб., 2020. — С. 79–96.
4. Лоренц Г. А. Интерференционный опыт Майкельсона // Принцип относительности. — Л., 1935.