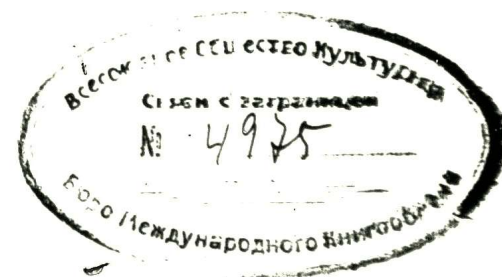


# ВЕСТНИК КОММУНИСТИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ



КНИГА  
VIII

1925

## Стенограммы докладов, читаемых в Комм. Академии.

### Объективное понимание принципа относительности<sup>1)</sup>.

#### (Методологические тезисы).

## I.

Формулы принципа относительности можно считать для нашего времени проверенными и установленными. Задача теперь состоит в том, чтобы уложить их в систему современного научного мышления, уложить «организованно», т. е. стройно, гармонично, согласованно, без противоречий, способных нарушать его структуру. А такие противоречия пока намечаются, и серьезные. Они могут быть устранены либо путем целесообразного истолкования данных формул относительности, которое нашло бы для них пригодные схемы в сложившихся раньше основах научного мышления, — либо путем перестройки этих основ, с большей или меньшей их ломкой. Многие релятивисты склоняются ко второму решению. Но, вероятно, и они признают, что первое было бы предпочтительнее, как более экономное, и только потому, что считают его невозможным, идут на второе. — Наша задача — проверить, существует ли на деле такая невозможность, нет ли выхода более легкого и простого.

## II.

Противоречия, о которых идет речь, выступают всего нагляднее в некоторых частных, производных формулировках, в роде той, что «часы *A* отстают по отношению к часам *B*, а часы *B* — по отношению к часам *A*», или «пространство конечно, хотя неограниченно», и т. п. Но подо всем этим лежит одно основное противоречие, которое представляется в таком виде:

В ряду тысячелетий человечество выработало научно-объективное понятие о пространстве и времени, с характеристическими моментами непрерывности, однородности, неограниченного развертывания (геометрическое пространство, арифметическое время); и вот, как будто возникает необходимость отказаться, по крайней мере, от двух из этих конститутивных моментов для пространства, от одного (однородность или равномерность) для времени, —

<sup>1)</sup> От Редакции: Статья печатается в порядке обсуждения доклада А. К. Тимирязева: «Теория относительности Эйнштейна и махизм».

усложнение огромное, ломка неожиданная и резкая. Линия развития как будто поворачивает назад, потому что раньше оно все время шло к «очищению» форм пространства и времени от остатков первоначальной неоднородности и ограниченности. Теряет определенность понятие «меры», на котором строится всякое точное знание; меняет содержание сама идея «закономерности», поскольку она связана с «мерой».

Так ли все это на самом деле? Действительно ли столь глубока и беспримерна переживаемая научная революция?

## III.

Исходным пунктом для нас послужит различие между предметом и его изображением.

Когда мы говорим, что «видим предметы», то выражаемся, с точки зрения физики, неточно. Выражение было бы точным, если бы между глазом и предметом не было деформирующей среды. Лучи не прямо приходят от предмета в глаз, как было бы в пустоте. По дороге через слой воздуха они меняют и скорость, и направление, притом неодинаково и неравномерно. Глаз имеет дело только с последними элементами измененного пути лучей; и зрительное ощущение соответствует не точной форме предмета, а проекции этих последних элементов, т. е., собственно, «мнимому изображению». Разница практически очень мала, обычно для нас неощутима, но она всегда существует; и принципиально случай вполне однороден с тем, как если бы мы смотрели через вогнутое стекло, или через неправильно искривленную пластинку, или даже наблюдали отражение в каком угодно зеркале.

При рефракции мы имеем один деформирующий момент, при отражении — другой. Но в обоих случаях мы знаем, что «видим» не предмет, а его изображение. И если бы нашелся еще иной тип деформирующих условий, мы должны исходить из того же разграничения, и ставить вопрос о том, как от наблюдаемого «изображения» перейти к «предмету».

Благодаря неразрывной связи пространственных соотношений с временными, деформация первых влечет за собой деформацию вторых; напр., при наблюдении через уменьшительное стекло скорости движений представляются уменьшенными; при неоднородной промежуточной среде кажущаяся последовательность явлений может быть перевернутой, — напр., видимый закат луны на минуту позже прохождения такой-то звезды близ зенита через меридиан, действительный или астрономический закат на минуту раньше, и т. п.

Световые явления — частный случай передачи энергии в пространстве посредством лучей или колебаний. «Изображения» соответственно этому — также частный случай энергетических проекций, к которым и можно вообще отнести все те же схемы — деформирующих моментов, перехода от проекции к предмету и пр.

## IV.

Различие между предметом и изображением произошло из противоречий зрительного восприятия, именно как средство их примирить.

Человек с самого начала оптически воспринимает мир в естественной координатной системе, — прямоугольной, с полярными координатами.

Центром системы является голова человека, осями — вертикальная, сагиттальная и фронтальная оси его тела, с которыми биологически согласованы плоскости полукружных каналов внутреннего уха (орган ориентировки относительно положения головы при ее перемещениях в пространстве).

При этой вполне индивидуальной системе координат мерой величины воспринимаемых «образов-предметов» (пока еще не различаемых как «образы» с одной стороны, «предметы» — с другой), являются их угловые размеры.

Но угловые размеры меняются с расстоянием, и «видимые вещи» получают переменную величину. Не выходя из пределов такой системы, нельзя было бы и преодолеть эту переменность: с приближением «видимые вещи» растут, с удалением — уменьшаются.

Такова система субъективно-статическая. Противоречия тут еще нет.

Оно возникает на основе социальной связи человека с человеком. В сожительстве и сотрудничестве с другим лицом, человек принужден практически учитывать его действия, а соответственно и его восприятия, как эквивалентные своим; он на деле убеждается, что сила  $B$  не уменьшена, когда  $B$  далеко от него и зрительно мал, напр., когда тот вытягивает его из пропасти на длинной веревке; узнает также о своей соотносительной оптической малости, не уменьшающей веса в том же случае, и т. п. Противоречивая схема: «я для него меньше его, а он для меня меньше меня», выражает момент переходных, неустойчивых систем «пространственно-оптической относительности» — бисубъективно-статических. Каждая такая система дает как бы формулу перехода с одной индивидуальной точки зрения на другую, тоже индивидуальную; но это еще не «общезначимость» (Gesellschaftlichgültigkeit), не объективность, — и не разрешение противоречия.

Это разрешение дается синтезом всех возможных индивидуальных систем в универсальную коллективную. То, что воспринималось индивидуально, признается «образом», «видимостью», недостаточной как база для практики; в практическом же учете под нее подставляется «действительное», «предмет», который заключает все доступное восприятию — воздействию со всех индивидуальных точек зрения. «Изображение» соотносительно особи, «предмет» — коллективу. Это может затемняться фетишизмом отвлеченного, предмет может отрываться в сознании коллектива от его практики, существовать якобы «сам по себе», как нечто «объективное», т. е. «предметное», и только, независимо от всякой коллективной значимости. Но такие фетишизмы разоблачаются в исследовании, исходящем из коллективно-трудовой концепции. Все объективные характеристики предмета, качественные и измерительные, оказываются выработанными на основе коллективного отношения к нему (см., напр., «Философия живого опыта», изд. 3, стр. 280—290).

Перед нами третья фаза — объективная система, но пока еще объективно-статическая. Она сложилась еще в до-научном сознании, оформлена в старой физике.

Вообще же все переходы от I фазы ко II, от II к III происходили, конечно, не путем рассуждений и логического мышления, а путем стихийно-практического приспособления.

## V.

«Естественным» центром координат и для научной объективно-статической, т. е. III системы является «точка наблюдения», где находится или мысленно помещает себя наблюдатель. Эта точка переменная; но раз она выбрана, то принимается за неподвижную. Точка, заведомо движущаяся, условно, в случае необходимости, принимается за неподвижную, но с тем, чтобы полученные на этой временной основе результаты отнести затем к системе «действительно неподвижной»; таковую давала до Коперника Земля, начиная с него Солнце и небо неподвижных звезд, а затем — неподвижный мировой эфир. По отношению к этой системе старое понятие об относительности прямолинейно-равномерного движения играло роль только условного технического приема.

Новейшая научная техника, с ее высшим развитием методов измерения, привела к постановке вопроса о самом существовании этой неподвижной системы. Интерферометр Майкельсона дал отрицательный ответ на этот вопрос. Последняя неподвижная система оказалась равноправна со всякой другой.

Выяснилось, что концепция статически-объективная была динамически-субъективной: последним устойчивым прибежищем для индивидуалистически-мыслящей о мире личности, дававшим ей универсальную наблюдательскую позицию. Как в I статической системе наблюдатель все время остается в центре видимого мира, перенося его с собой, так здесь он постоянно сохраняет возможность отождествить себя с этим центром, мысленно переносясь в неподвижный эфир.

## VI.

Разрушение динамически-субъективной позиции повело, в первую очередь, к схемам динамически-бисубъективным, т. е. выражающим переход на основе полной взаимности от позиции одного наблюдателя к позиции другого при относительном их движении, когда исключена всякая неподвижная система. Перед нами уравнения Лоренца, формулы Эйнштейна.

В глаза бросается их формальное сходство с бисубъективно-статическими схемами наметенной нами фазы II. «Для наблюдателя  $A$  все меры и размеры в системе  $B$  укорочены в такой-то пропорции по линии движения, а для наблюдателя  $B$  совершенно в таком же соотношении все укорочено в системе  $A$ ». «Часы  $A$  соответственно отстают для  $B$ , а часы  $B$  для  $A$ ». И совершенно ясно, что кажущаяся противоречивость этих формул требует вовсе не коренной ломки форм мышления, а только того же, ранее выработанного различения между зрительным изображением (общее — энергетической проекцией) и реальным предметом. Надо только понять, что движение системы есть деформирующий момент для ее восприятия. Тогда всякий без усилия и насилия над собой уложит в голове странные без этого подхода схемы: нет ничего таинственного в том, что изображение одной системы, получаемое, при известных деформирующих условиях, в другой системе, искажает объект в определенных соотношениях, и что так как эти деформирующие условия общие, взаимные, то и искажения взаимны: а формулы относительности позволяют исправить их, от «изображений» перейти к «предметам».

А выполнив весь ряд таких замечений для всех наличных взаимодвижущихся систем, мы из бисубъективно-динамических комбинаций получим их разрешение в объективно-динамической системе — высшей фазе цепи данного развития.

### VII.

Сопоставим теперь основные деформирующие моменты, как они выступают в развитии физики.

- 1) Расстояние.
- 2) Преломляющая (и отражающая, и лучепоглощающая) среда.
- 3) Движение.
- 4) Поля тяготения.

Расстояние уменьшает образ — его угловой диаметр — и изменяет временное соотношение (запаздывание видимого события), — то и другое в простой линейной закономерности. Обе деформации для двух наблюдателей вполне взаимны, математически-тождественны, потому что их основа одна и та же. Нет двух расстояний от  $A$  к  $B$  и от  $B$  к  $A$ , есть только одно расстояние между  $A$  и  $B$ ; и если векториально мы его выражаем двумя величинами, и пишем  $AB = -BA$ , то это означает только перемену в нашей позиции, в направлении нашей активности, когда мы, реально или мысленно, проходим этот путь, исходя из одного или из другого конца.

Тут все соотношения наиболее простые, и оттого еще в до-научной, даже вполне стихийной фазе жизни человечества могло совершиться полное разрешение имеющихся здесь противоречий, переход от «физики одного наблюдателя» через поправки «физики двух наблюдателей» к «физике трех наблюдателей» (и коллектива вообще).

Но один момент здесь заслуживает нашего особого внимания; это роль средней точки. Она характеризуется тем, что наблюдаемые из нее угловые величины изображений тех двух предметов, между которыми она находится, соответствуют величине самих предметов. А когда было найдено, что свет имеет скорость определенную, то оказалось, что именно эта точка пригодна для сравнения времени событий, происходящих в месте пребывания обоих предметов: события в  $A$  и  $B$ , одновременные для наблюдателя, смотрящего из нее, одновременны объективно.

Ясно, в чем основа этих особенных свойств центрального пункта: там, где деформирующий момент пространственных и временных соотношений обусловлен расстоянием, он и будет одинаков для двух равных расстояний. и следовательно при сравнении уравнивается.

### VIII.

Второй деформирующий момент вносится молекулярной средой, преломляющей, отражающей, поглощающей лучи. Он требует иных, в общем гораздо более сложных поправок для перехода от изображения к действительному предмету.

Тип этих поправок иллюстрируется зрительным миром человека, находящегося в пещере, вход в которую загорожен стеклянной пластинкой с ис-

кривленными поверхностями. Искаженные меры и соотношения тел внешнего мира требуют от него для познания и предвидения сложных операций по формулам, подобным формулам всеобщей относительности, — специально же применения Гауссовых координат. И здесь искажения взаимны — они таковы же для людей наблюдающих извне вещи и события в пещере.

Воздух с его рефракцией образует, в сущности, как раз такое деформирующее стекло, и не только по отношению к внешнему астрономическому миру, но даже внутри атмосферы. Только здесь деформация обычна для нас, с точки зрения практики, ничтожна; но и то не всегда; пример — миражи. А от астронома она требует большой поправочной работы.

В подобной изменчиво-преломляющей среде центральная точка теряет свои «уравновешенные» свойства; она, напр., не годится для точного определения одновременности событий, происходящих одно — в центре, другое — на периферии атмосферного циклона: световой сигнал идет с неравными скоростями в разных частях пути, деформирующий момент временной последовательности для двух половин этого пути неодинаков, что и должно быть учтено наблюдателем в исследовании объективной связи.

### IX.

Мы видим, что в старом опыте уже имеются соотношения того же типа, как выражаемые формулами Эйнштейна, и что старые формы мышления были, однако, достаточно пригодны и гибки. Приспособление их к этим новым формулам затруднялось, в сущности, главным образом неточностью некоторых терминов и формулировок.

Раз мы уяснили, что движение есть деформирующий момент, значит, формулы, напр., Лоренца следует считать не формулами перехода от реальности одного наблюдателя к реальности другого, от нее отличающейся, а формулами перехода от оптического образа (общее — энергетической проекции) к объективной реальности, одинаковой для них обоих, или от этой реальности к образу, к проекции. Все меры для них объективно должны быть одинаковы, а изменяются лишь их проекции из одной движущейся системы в другую. И сокращения тел, и замедления хода событий, и сложения скоростей здесь проекционные, а не объективные: вся таинственность исчезает. Оптический поворот координат призмой принципиально подобен их повороту относительным движением систем, и дает подобные же эффекты.

### X.

Ясно, что употребление термина «одновременность» у Эйнштейна не точно и неправильно, когда он связывает ее с наблюдением из средней точки, не вводя условий движения этой точки. Определение одновременности, как мы видели, требует равенства деформационного момента. А так как тут этот момент определяется скоростью движения, то средняя точка должна еще двигаться с равной и симметричной скоростью по отношению к обеим наблюдаемым системам. Тогда одновременность опреде-

ляется объективно, а формулы оптического замедления позволят установить вполне параллельный ход часов во взаимно-движущихся системах. Это и есть переход от бисубъективных систем к объективной, от физики двух наблюдателей через третьего к физике коллектива.

## XI.

Все это, однако, не значит, что старые формы мышления должны остаться совсем неизменными. Новое приспособление необходимо, ничто должно измениться. Это именно — идея движения. В ней раскрывается и из нее устраняется одно, раньше не замечавшееся, противоречие.

Мы видели, что деформирующее действие расстояния вполне взаимно; и мы вполне понимаем, почему это так, и не может быть иначе: расстояние между  $A$  и  $B$  одно, а не два; и если мы означаем его  $AB$  или —  $BA$ , то этим выражаем только два разных направления нашей активности, мысленно его проходящей, две разных исходных точки нашего познавательного процесса; они же, в свою очередь, зависят от двух исходных пунктов и двух направлений передачи лучистой энергии через это расстояние. И столь же нам понятна взаимность деформаций от преломляющей среды: эта среда также одна между двумя пунктами, а не две, и через нее один и тот же путь проходит лучом по двум направлениям.

Движение тела в его среде мыслилось до сих пор, как два факта:

- 1) тело движется;
- 2) среда же его неподвижна.

Такая концепция была, в сущности, пережитком статики. Ею теория относительности разрушает. Деформирующее действие движения оказывается вполне взаимным; значит, соотношение среды и движущегося тела едино; значит, движение — один факт, а не два. Ни тело, ни среда не находятся «в покое»: между ними существует изменяющееся пространство — движение.

С этой точки зрения принимать, что тело движется, а среда его — нет или наоборот, вполне подобно тому, как если бы в любом взаимоотношении между  $A$  и  $B$  принималось, что только  $A$  «относится» к  $B$ , или только  $B$  «относится» к  $A$ , а не было единого двустороннего отношения.

## XII.

Здесь опять приходится констатировать ошибочное, спутывающее употребление термина «покой», которое сохранилось еще у релятивистов. Обычно они говорят: «из двух взаимно-движущихся систем любую можно принимать находящейся в покое, рассматривая тогда другую, как движущуюся». Это неверно: ни одну из обеих систем нельзя принимать «находящейся в покое»: они обе в движении, которое относительно и взаимно. А возможность, о которой идет речь, на деле совсем не та: можно координатную систему — наше орудие исследования — прикрепить (реально или мысленно) к любому из двух комплексов (тело и среда или два тела, из которых каждое тогда символизирует среду для другого). Только координатная система будет «в покое» по отношению к выбранному для нее комплексу,

потому что будет связана с ним, как его реальная или мыслимая часть. И, прикрепив эту систему к тому или другому комплексу, мы дадим то или иное направление нашей познавательной активности; противоположность этих направлений выражается знаками «плюс» и «минус». Эти знаки — последние абстракция от реального взаимоотношения борьбы между человеческим коллективом и стихийной природой, борьбы, в которой активности одной стороны нейтрализуются, практически уничтожаются противоположно направленными активностями другой.

Познавательные методы и символы всюду имеют последней своей основой реально-практические отношения. Так и понятие «покоя» есть символически-абстрактное отображение основной жизненной тенденции — самосохранения; но символ отживший, уже непригодный по своей статичности, с тех пор как для человечества сохранение жизни идет не через ее консерватизм, а через ее развитие.

Что касается самой прямоугольной системы координат, то, как мне случилось уже указывать, человечество миллиарды раз воспроизводило ее практически в устройстве своих жилищ раньше, чем оформило ее аналитически: любой трехгранный угол дома или комнаты является ее реальной моделью. И выбор того или другого комплекса как базы для системы координат есть не что иное, как абстрактно-символический выбор жилища для следующего наблюдателя.

## XIII.

Когда один и тот же факт наблюдается с двух разных позиций, то мы с полным основанием можем сказать, что оба наблюдения «равнозначущи», как относящиеся к одному и тому же. Но можно ли сказать, что они «равноправны»? Отнюдь нет. Этот термин применяется нередко, и самим Эйнштейном, и его сторонниками, когда дело идет об обеих позициях наблюдателей во взаимно-движущихся системах, — но ошибочно. Впрочем, Эйнштейн находит, что тут надо признать «равноправие», но не «равную целесообразность». Это различие тоже неправильно: в познании «равноправно» только то, что «равно целесообразно»: право орудия, в том числе и познавательного, на применение заключается в его пригодности, которая и есть его целесообразность.

Для решения той или иной конкретной задачи та или иная позиция наблюдателя, с его координатными и иными орудиями, вовсе не одинаково пригодны. История астрономии ясно демонстрирует, какие огромные преимущества в деле исследования планетных путей дало мысленное перенесение познавательного жилища с Земли на Солнце; но и современный астроном с полным основанием предпочтет земную позицию, когда дело идет о том, чтобы по Солнцу определять, напр., в лесу, направление или время дня. Машинист поезда, как указывает сам Эйнштейн, будет неправ, если в расчетах своего пути и встреч с другими поездами будет пользоваться системой координат, связанной с поездом, а не той, которая соответствует реальной оси абсцисс — рельсам и реальным ординатам — телеграфным столбам. Но если задача другая — рассчитать место на полу его помещения, куда упали из его рук часы, чтобы сразу и уверенно поднять их, то вне-поездная система, даю-

щия параболический путь падения, гораздо менее удобна, чем связанная с поездом, где путь падения — прямая.

Смешно говорить о «равноправии», с релятивистской точки зрения, систем Коперника и Птолемея. Они всегда неравноправны, — для решения задач космического масштаба полноправна одна, для задач масштаба обывательского — другая: два орудия разной широты и точности действия. Но для самых широких задач астрономии узка и гелиоцентрическая система Коперника — ее сменит галактоцентрическая, а может быть, и еще иная.

## XIV.

Пока в наш анализ входят только два движущихся тела с мыслимым наблюдателями на них, сверяющими свои наблюдения, перед нами еще не реальная физическая задача, а кинематическая абстракция. Только в пределах этой абстракции выбор «системы отсчета» безразличен: электрон, напр., удаляется от поверхности Солнца со скоростью близкою к скорости света, — конечно, и Солнце удаляется от него с такой же скоростью.

Но стоит ввести лишь хотя бы один момент, приближающий к конкретности, — и все меняется. Пусть вводится третье тело, или, напр., идея массы и тяготения, полученная из наблюдений над разными телами. Взаимная скорость Солнца и электрона в первую же секунду уменьшается метров на двести с лишним, во вторую еще около ста, в третью около 70, и т. д. Можно ли исходным пунктом замедления одинаково считать ту или другую «систему», т. е. безразлично ли приписать отрицательное ускорение тяготению Солнца или электрона? Другими словами, удобно ли приписать электрону ту массу, которую мы обычно считаем массой Солнца, и обратно? Если бы ничего, кроме этих двух тел в природе не было, — как сначала не было ничего кроме них в нашей абстракции, — то, пожалуй, было бы все равно. Но раз мы знаем другие тела и массы, 3-й закон Ньютона и пр., — ясно, что тогда это не все равно. И вместо той или другой половины нашей бисубъективной системы, мы должны принять иную систему, объективно привилегированную: с центром координат в общем центре тяжести Солнца и электрона, значит, ближе к центру Солнца в два нонильона нонильонов раз. А войдет в задачу еще новый момент — и эту систему придется подчинить новой, объективно еще более привилегированной, т. е. имеющей под собой еще более широкую базу оформленного коллективного опыта, и т. д.

Если бы мы захотели вычислять пути планет и комет со всеми пертурбациями, упорно принимая за основную систему координат, прикрепленную к Земле, — так сказать, с Птолемеёвской точки зрения, то задача стала бы практически неразрешимой по сложности операций, да, пожалуй, и противоречивой — по необходимости помещать в Земле центр тяготения системы, извращая все соотношения масс.

Прогресс физики и космологии направлен к тому, чтобы заменять случайные, «субъективные» системы другими, привилегированными, дающими более высокую производительность познавательного усилия, и приложимыми в масштабе более широкого опыта; поскольку это так, они уже «объективны» т. е. обязательны для познающих, «социально-значимы». Но с разви-

тием коллектива, с новым расширением опыта они становятся «относительно-субъективными», как стала в свое время геоцентрическая, а затем и гелиоцентрическая. Они «субъективны» не в том смысле, что соотносительны индивидуальному субъекту, а в том, что соотносительны не всему познающему коллективу, а только его части, — охватывают его опыт не в целом, а частично. И поскольку они борются против «объективных» систем, постольку их субъект — отсталая или отживающая часть мирового коллектива.

Мираж — вещь вполне объективная оптически; но субъективная, когда и поскольку это изображение смешивается с предметом. Так и те «укорочения мер», «замедления времени», «сложения скоростей», которые выступают в формулах специальной теории относительности, вполне объективны оптически (проекционно) и субъективны, когда их относят к реальности. В сущности, эта же мысль неформально выражена у Эйнштейна в популярном изложении его теории, когда он говорит о «моментальном фотографировании» одной системы из другой: ведь фотография имеет дело с изображениями.

Исследуя условия и результаты этого «моментального фотографирования», Эйнштейн, собственно, решает именно задачу о том, какое изображение движущейся системы получается в другой системе, когда имеется постоянная и конечная скорость света, с которой, следовательно, соизмерима скорость взаимного движения обеих систем.

## XV.

Но как понимать это постоянство скорости света в каждой кинематической системе «специальной теории?».

Система *A* движется по отношению к системе *B* объективно со скоростью, скажем, — 1.000 км. Луч света от точки, принадлежащей системе *A* (от фонаря ее «наблюдателя»), имеет по отношению к своей системе скорость *C* — 300.000 км. — тоже вполне объективно. Луч пришел в систему *B*, скорость его измеряется, и оказывается по отношению уже к этой системе опять *C*, без прибавки, и опять вполне объективно. Разве это не противоречие?

Это было бы несомненным противоречием, если бы обе системы были только чистой абстракцией, только мыслимыми системами координат. Но свет движется и скорость его измеряется не в отвлеченных «системах координат», а в реальных физических системах. В реальных же системах, как прекрасно знает и старая физика, скорость света может и изменяться при переходе из одной в другую.

Пусть в глубине моря живет ученый осьминог, а на берегу — человек, и они обмениваются световыми сигналами. Осьминог находит скорость света всегда 0,75 с, человек — всегда около 0,9997 с, и оба объективно правы. Луч шел от человека с «воздушной» скоростью, и с ней же вступил в воду; но там он попал в иную систему электро-динамических напряжений, в которой не может сохранять прежней скорости, а приспособляется к ней, на протяжении ничтожного, но отнюдь не нулевого расстояния, меняет скорость на новую, единственно там возможную, «водяную». Нет ни противоречия, ни особой загадки. Третий наблюдатель, знакомый с той и с другой средой, легко «примирит» наблюдения обоих.

Откуда же берется противоречие и загадка в предыдущем случае? Только из неумения стать на объективную, третью точку зрения, только из остатков субъективизма.

Пока луч шел в пределах реальной физической системы  $A$ , его скорость по отношению к этой системе была, конечно,  $c$ ; но тем самым по отношению к системе  $B$  она объективно была  $c+v$ , т.-е. 301.000 км. Однако оптически этого наблюдатель  $B$  прямо констатировать никогда не сможет, как в соответственном положении у звезд осьминог, — потому что, перейдя в реальную физическую систему  $B$ , луч должен приспособиться к ней и получить единственно возможную в ее пределах скорость по отношению к ней — опять таки  $c$ . Лишь скорость  $v$  утрачена, следы ее остались в Доплеровском смещении линий. Но зато по отношению к системе  $A$  скорость этого луча теперь объективно  $c-v$ ; однако, наблюдатель  $A$  лишен способов оптически это установить — луч из его системы ушел. А если бы он и вернулся, напр., по мировой геодезике с другой стороны, то опять получил бы прежнюю скорость, которая стерла бы следы всех перемен скорости по дороге.

Константа  $c$  не абсолютна, а соотносительна реальной физической системе.

## XVI.

Но где же и когда произошло изменение объективной скорости света между системами? Это вопрос, подлежащий исследованию, часть которого уже выполнена, часть — нет. Ясно, что, напр., в атмосфере Сириуса скорость света определяется системой Сириуса, в атмосфере Земли — скорость «земная» (Майкельсоновская). Ликвидация разностей должна, довидимо, происходить в промежутке — либо на расплывающихся границах атмосфер, либо в безатмосферном пространстве.

Эфир есть область различно-переменных напряжений, электромагнитных и гравитационных. Каждое данное их соотношение в данном пункте пространства есть определяющий момент для «местной» скорости света, и луч, там проходящий, должен эту «местную» скорость принимать, лишь постольку от нее отклоняясь, поскольку «на-прямую» успевает к ней приспособиться. Сириус, Солнце, Земля имеют свои гравитационные поля, которые, накладываясь одно на другое, образуют «зоны» с преобладанием тяготения того, другого, третьего тела; и имеют свои электромагнитные «зоны», образованные сначала их собственной материей, а потом за атмосферой их перекрещивающимися радиациями. Путь во всех этих зонах с переходами от одной к другой и есть путь последовательных изменений скорости луча.

Взятая в таком аспекте, задача принципиально однородна (будучи лишь несколько сложнее) с задачей о том, где и как изменяются скорости луча при его переходе из воздуха в стекло, из стекла в воду и т. д. <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Эта мысль — об изменении скорости света в его переходе из одной движущейся физической системы в другую — была мною высказана в моей статье в сборнике «Принцип относительности и его философ. истолкование» (вышел в апреле 1923, в изд. «Мир»). Повидному, аналогичную точку зрения выразил W. P. d. d. в докладе перед Королевским Об-м в Эдинбурге, 7 мая 1923, «Механизм, скрытый за относительностью», — насколько можно судить по немногим строкам отчета в „N. tur.“ от 9 июня 1923.

## XVII.

По отношению к объективной скорости света имеет силу, таким образом, положение Риза: радиация имеет и скорость своего источника. Но возражение против Риза, что его идея требует перестройки законов оптики, здесь отпадает: каждая из движущихся систем имеет свою, так сказать, принудительную оптику; но законы оптики, отнесенные к координатам именно этой системы, остаются повсюду одни и те же. Технически-научное преимущество теории относительности в том и заключается, что она удерживает единство законов природы за счет переменности координатных систем. Не надо только считать выбор координатных систем абстрактно-произвольным: они должны быть подчинены реально-физическим системам.

Так, напр., наблюдаемая из  $A$  скорость системы  $B$  могла бы быть результатом различных комбинаций оптического сложения скоростей; но реально только одна из этих комбинаций.

Положим, наблюдатель на электроде  $A$ , вылетевшем из Солнца со скоростью 285.000 км, констатирует свою скорость по отношению к другому электроду  $B$ , летящему от Солнца в противоположном направлении, равной 299.600 км. Принимая во внимание массы, он должен и свой электрод и  $B$  отнести к объективной системе Солнца, т.-е., подобно Копернику, стать на точку зрения солнечного наблюдателя. Тогда из уравнения Эйнштейна он получит объективную скорость другого электрона по отношению к Солнцу тоже около 285.000 км, а по отношению к себе — 570.000 км или 1,9  $c$ . Возможность связи между  $A$  и  $B$  основана всецело на том, что луч, выйдя из системы электрона  $B$ , тотчас попадает в систему Солнца, и в ней получает новую скорость —  $c$  по отношению к ней; с этой же скоростью он догоняет электрод  $B$ , а в его крошечной реальной системе изменяет скорость еще раз.

## XVIII.

Как видим, в объективной, сверхоптической, системе сложение скоростей простое, и может дать величины больше  $c$ .

Но на чем основано это сверхоптическое, объективное сложение? Оно «расколдовывает» мистицизм сложения оптического, бисубъективного, делает его понятным. Достигается это путем абстрагирования от ограниченной скорости световых сигналов, путем установления для взаимно-движущихся систем общего объективного пространства и единого объективного времени, которые лишь оптически деформируются, благодаря этой ограниченной скорости. Непосредственно можно было бы получить эту объективную картину, если бы кроме световой существовала иная система сигнализации, с бесконечно-большой скоростью передачи; а здесь это заменяется мгновенным мысленным перенесением от наблюдателя к наблюдателю без замещения, без простого отождествления второго с первым, без голого перехода на другую позицию с ее ограниченностью; ясно, что такое перенесение означает мысленное развешивание коллектива на все пункты пространства и времени.

## XIX.

Но если бы, кроме светового, существовал реальный способ сигнализации даже не бесконечной быстрой, а только гораздо более скорой чем световой, и тогда с его помощью получились бы результаты, весьма близкие к соотношениям объективной системы. Опыт этого типа, хотя и не достигающий таких результатов, но достаточно определенно указывающий на них, уже имеется, — именно измерение скорости света в текущей воде, выполненное Физо.

Там перед нами среда с определенной, ей свойственной скоростью света — около  $0,75 c$ . Это — скорость по отношению к самой воде; следовательно, если она движется, то в объективной системе свет получает еще ее скорость, в сумме  $0,75 c + v$ . Но если эта вода движется, скажем, как отдельная струя, среди также водного пространства, то никакой вне этой струи находящийся водный наблюдатель не констатирует этого реального сложения: перейдя в его систему, луч потеряет дополнительную скорость. А Физо наблюдал не из водной, но из воздушной среды, где скорость сигнализации, хотя ненамного, но больше, чем водно-световая, именно, близка к  $c$ . Значит, здесь, в очень, правда, слабой степени, но воспроизводятся условия, о которых мы сейчас говорили: рядом с медленным способом сигнализации другой, более быстрый. А результат такой, что частично улавливается объективное сложение скорости света в системе и скорости самой системы; сумма получается  $0,75 c + 0,44 v$  (приблизительно). Опыт с сернистым углеродом дал бы сумму еще более близкую к объективной: измеренная прибавка скорости света была бы около двух третей скорости движения жидкости; в алмазе — около пяти шестых скорости самого алмаза, и т. д.

Мы видим, что наше истолкование за себя имеет не только свою «расколдовывающую» силу, но и базу реального опыта.

## XX.

Еще сильнее в пользу нашей точки зрения говорит факт астрономической aberrации. Как известно, особенную трудность для теории строения эфира представляло кажущееся противоречие этого факта с постоянством находящей на Земле скорости света по всем направлениям. Здесь это затруднение просто исчезает.

Астрономическая aberrация, как ее наблюдал Брайдей, предполагает не два, а три астрономических тела: Землю, Солнце, и ту «неподвижную» звезду, свет от которой наблюдают. На Солнце эллипсов Брайдея не было бы, имеются только «собственные движения» звезд; луч, идущий от звезды в физическую систему Солнца, испытывает, практически, постоянное отклонение, определяемое взаимной скоростью звезды и Солнца, которое здесь нас не интересует. Но в пределах физической системы Солнца движется, как ей подчиненная; физическая система Земли, с переменной скоростью, по эллипсу; по отношению к этому эллипсу системы звезды и Солнца могут рассматриваться как одна. Физическая система Земли относительно очень мала; для простоты ограничимся ее рефракционной частью — атмосферой. Когда луч из главной системы («Звезда-Солнце») вступает в эту подчиненную, которая

по отношению к ней движется, то ясно, что aberrационное направление уже есть, луч с ним и входит в атмосферу. Но атмосфера, как всякое преломляющее тело, принудительно дает лучу свою константную скорость; а направление aberrационного не изменяет, если не считать обычной рефракции. Обе стороны дела равно понятны.

## XXI.

Четвертый деформирующий момент — поля тяготения. На них всеобщая теория относительности одержала величайшие победы, — два исполненных предсказания: отклонение луча Солнцем и «Rotverschiebung» в его спектре (теперь, повидимому, подтверждена вполне).

Но здесь же и самые «головомные» концепции, как «деформация пространства», «кривизна четырехмерного пространственно-временного многообразия», и т. п.

При анализе надо иметь в виду, что поля тяготения отнюдь не только оптические (проекционные) деформаторы, что тяготение реально, объективно изменяет ход вообще всяких физических процессов. В частности, напр. всякая вибрация электрона, даже вибрация силовой линии (в луче) происходит под некоторой дополнительной нагрузкой напряжения, которая ускоряет эту вибрацию в одну сторону, замедляет в другую; результат же тот и другого, как показывает простой математический расчет, будет в сторону замедления. Поэтому и всякие часы реально замедляются в поле тяготения, эталоны мер реально сокращаются. Оттого здесь нет и той «постоянной» скорости света, которая господствует в специальной теории, как мы видели, только благодаря оптическому выравниванию.

Оптическая деформация здесь является производным и частным случаем этих всеобщих изменений, как это видно в примере с отклонением луча Солнцем.

Эйнштейн те и другие эффекты тяготения сумел связать в стройном единстве научных формул, допускающих точный их расчет.

Его методологическим принципом была все та же, в сущности, «оптическая взаимность», т. е., соответствие наблюдений двух наблюдателей, занимающих соотносительно-противоположные позиции, или, что то же, сохранение закономерностей с изменением координатных систем.

## XXII.

Основной иллюстрацией нам послужит отклонение луча солнечным полем тяготения.

Уже из специальной теории относительности, из ее формул оптической (проекционной) реальности, выражающих условия передачи энергии, следовало единство массы и радиации. А оно означает, что луч света подчиняется закону тяготения, и в поле тяготения представляет падающее тело. Но его отклонение только по закону Ньютона не удовлетворяло бы условиям «реальности» или оптической взаимности обеих систем — «радиация» и «Солнце» (или другое притягивающее тело). Загибу оптической координаты первой системы — загибу падающей линии луча — должен соответствовать



загиб оптических координат второй системы. Отсюда получается удвоенное отклонение, предсказанное Эйнштейном<sup>1)</sup>.

Вторую половину этого отклонения Эйнштейн обозначает, как следствие «деформации пространства»; при этом в физику вводится понятие о «кривизне пространства» (и даже пространства «четырехмерного»), о «радиусе» этой кривизны и пр., — аналитические концепции мнимых геометрий. Эти концепции приобретают как будто физическую реальность; между тем реально их мыслить мы не в состоянии, по причине, повидимому, совершенно неустранимой: ни реального восприятия, ни, следовательно, реального представления подобного рода в нашем опыте нет; а понятия могут иметь материалом только существующие восприятия и представления; «мыслить» невоспринимаемое и непредставимое способен только метафизик, да и тот, в сущности, лишь словесно.

Правда, именно философско-метафизический метод и дает здесь очень легкий выход: отнести недоступные опыту измерения пространства к «вещам в себе». Но помимо чрезмерной уже легкости этого, вполне словесного, выхода, мы имели бы тогда беспримерный в новейшем развитии мысли человечества факт — успешного захватного движения философии на область науки — так сказать, философскую оккупацию научного Рура.

### XXIII.

Однако «радиус кривизны», проходящий в четвертом измерении, аналитически оправдывается в реальных наблюдениях? В чем же тут дело?

Поля тяготения, это области особых напряжений в эфире, за медляющую и х своей дополнительной нагрузкой все физические процессы.

Это означает замедляющий момент и для движения света.

Но самый общий закон распространения радиаций — «по линиям наименьшего времени».

Им определяется рефракционное загибание лучей. Он же неизбежно требует соответственного загибания и в поле тяготения, раз оно представляет замедляющий момент для движения радиации — как замедляющий момент в атмосфере есть переход в ее более плотные слои. Здесь замедляют напряжения электро-магнитные там — гравитационные.

Таков физический смысл «деформационно-пространственного» загибания луча. Оно складывается с Ньютоновским падением луча, и равно ему, как его коррелятив.

Все это физически понятно и чуждо сверхопытного.

### XXIV.

А «кривизна пространства»?

Пространство опыта имеет три измерения. Но непрерывность опыта имеет больше измерений. И когда релятивисты говорят о «continuum'e» четырех и пяти измерений, они нисколько не выходят из рамок научно-опытных формулировок.

<sup>1)</sup> То же можно выразить в других терминах, исходя из замедления луча и сокращения линейных мер.

Время в физике есть непрерывность. Потенциал тяготения — тоже.

Всякая непрерывность может быть выражена графическим символом линией. От этого она не становится линией. Время, напр., от линии отличается своей необратимостью, которая и в теории относительности всецело сохраняется: частичная псевдо-обратимость Минковского-Эйнштейна зависит, как мы видели, от смешения «предмета» с его «изображением», от неправильного определения «одновременности».

Графический символ пригоден, поскольку не забывают об его технически-условном характере, и учитывают в анализе отличие непрерывности от изображающей ее линии. В пределах же общих свойств данных непрерывностей графический символ может быть применен без ограничений, как и относящиеся, собственно, к нему, а не к этим непрерывностям, термины «кривизна», «деформация», «радиус кривизны» и т. п.

Мы можем, напр., на чертеже взять за одну ось координат — одно измерение пространства, за другую — линию, символизирующую время, за третью — линию, также символизирующую какое-нибудь непрерывнопеременное напряжение, хотя бы гравитационное, — и затем образовывать с их помощью и исследовать разные «векторы», «кривые» с «радиусами кривизны» и пр. Мы можем со всем этим оперировать и получать верные результаты, пока в наших операциях не будут затронуты специфические отличия наших непрерывностей от их технико-графических символов. Поскольку же это случится — выводы будут неверны.

Надо, следовательно, избегать вульгарно-неточных выражений, в роде «пространства 4-х, 5-ти измерений», и пользуясь понятиями в роде «радиуса кривизны четвертого континуума», помнить и учитывать их графико-технический, условный характер.

### XXV.

#### Выводы.

1) Теория относительности не разрушает объективных (социально-значимых) форм пространства и времени, а напротив, подводит к их более точной, более совершенной выработке, подрывая последние остатки индивидуализма и статики в нашем их понимании.

2) Новым здесь является взгляд на движение, как на единый релятивный факт — изменяющееся пространственное соотношение тела и его среды.

3) Все же недоразумения, тяготеющие к метафизике, зависят от смешения субъективного и бисубъективного с объективным, вообще — от неправильных истолковательных терминов и формулировок. Когда люди не владеют вполне сознательно своими орудиями (здесь — символами), тогда эти орудия господствуют над ними.

А. Богданов.