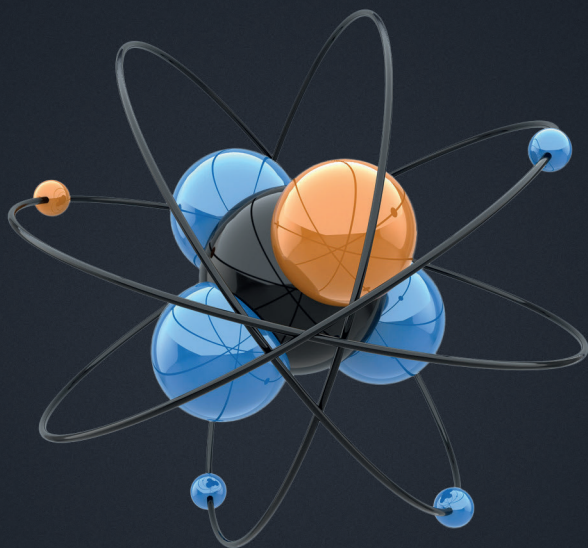


В.П. Глушко

Д.М. Муса

МИРАЖИ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ



Алматы
2015

В.П. Глушко, Д.М. Муса

МИРАЖИ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Алматы
2015

УДК 533.9.01

ББК 22.333

Г 55

Рецензенты:

М.Б. Кошумбаев – доктор технических наук, академик МАИ при ООН, заместитель Председателя Правления АО «КазНИИ Энергетики им. академика Ш.Чокина».

Н.С. Буктуков – доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Республики Казахстан, член-корреспондент Национальной академии наук РК, академик Казахской академии естественных наук.

Глушко В.П.

Г 55 Миражи современной физики: монография / В.П. Глушко, Д.М. Муса. – Алматы: Нур-Принт, 2015. – 439 с.

ISBN 978-601-7390-96-9

По мнению авторов книги, главная причина мировых кризисов, которые сейчас сотрясают человечество, кроется в недостаточной эффективности физической науки. Доказательство этому утверждению достаточно простое: уже более 70 лет в физике не было сделано ни одного открытия, которое послужило бы основой для создания мощных источников энергии, эффективных средств передвижения в пустом пространстве Вселенной или оперативных систем космической связи. Отсутствие научных достижений именно в этих приоритетных направлениях исследования природы сдерживает развитие соответствующей техники и может послужить началом «схлопывания» земной цивилизации. Настоящая работа содержит ретроспективный анализ особенностей развития современной физической науки и используемых ею методов поиска нового знания о природе с целью нахождения путей выхода из сложившегося кризисного состояния, в котором находится физика. Дан анализ релятивистских теорий с позиции физических моделей природных явлений, а также предложен ряд экспериментов, доказывающих их несостоятельность. Представлены конкретные технические решения выхода из современного кризиса земной цивилизации.

УДК 533.9.01

ББК 22.333

ISBN 978-601-7390-96-9

© Глушко В.П., 2015

© Муса Д.М., 2015

А Вы сами наблюдали когда-нибудь миражи?
А если нет, то пусть будет вам ведомо,
что миражи могут казаться поразительной явью.
И нет никакой возможности убедить человека в том,
что он видит, нет в реальности.
И это настоящее волшебство – зреть то, чего нет.

Из записей Н.М. Пржевальского

Оглавление

Предисловие	7
1. Введение. Общественное производство и естествознание	16
2. Анализ способов получения нового знания об обустройстве природы.....	28
2.1. Метод аналогии	28
2.2. Метод математической гипотезы.....	35
2.3. Сопоставление методов поиска нового знания.....	42
2.4. Выводы.....	46
3. Методологический кризис современной теоретической физики	51
3.1. Физика и математика	51
3.2. Немного из истории становления теоретической физики	54
3.3. Проблемы метода математической гипотезы	67
3.4. Слово в защиту метода математической гипотезы	71
4. Математический феноменализм в физике.....	76
4.1. Немного о науке как таковой	76
4.2. Специальная теория относительности Эйнштейна (СТО).....	81
5. Принципы относительности в современной физике	86
5.1. Принцип относительности Птолемея - Коперника.....	88
Немного из истории принципа	90
Равноправие систем наблюдения	91
5.2. Принцип относительности Галилея – Эйнштейна	92
Немного истории.....	94
5.3. Различие принципов	96
6. Верификация принципа относительности.....	102
7. Парадокс относительности одновременных событий	111
7.1. Основы парадокса	111
7.2. Доказательства наличия парадокса	118
7.3. Две стороны парадокса.....	127
7.4. Противоречие, обусловленное кинематикой поступательного движения инерциальных систем отсчёта	132
7.5. Противоречие, обусловленное вращательным движением инерциальных систем отсчёта	138
8. Внутреннее противоречие принципа относительности	

Галилея – Эйнштейна.....	152
8.1. Парадокс «близнецов».....	152
9. Миражи Великого принципа	167
10. Перечень возможностей экспериментальной проверки принципа относительности.....	175
11. Поиск «эфирного ветра»	182
12. Описание идеи эксперимента по проверке принципа относительности.....	192
12.1. Частотно-ротационный эффект	195
12.2. Практическое осуществление опыта по измерению абсолютной скорости движения Земли.....	202
13. Экскурс в историю поиска «эфирного ветра»	221
14. Опыт А. Майкельсона.....	230
15. Опыт А. Майкельсона и Э. Морли	239
16. Опыты Д.К. Миллера.....	247
17. Анализ опытов А. Майкельсона, Э. Морли и Д. Миллера.....	255
17.1. Предварительные замечания	255
17.2. Анализ факторов, влияющих на работу интерферометра Майкельсона.....	264
17.3. Полнопериодический эффект	274
17.4. Эффект в пол-оборота интерферометра	288
18. Опыты по измерению скорости света в одном направлении.....	293
18.1. Опыт С. Маринова	293
18.2. Эксперимент Д. Г. Торра и П. Колена	296
18.3. Эффект Саньяка и «новый опыт» Майкельсона 1925 г.....	300
19. Эфир и современность	310
19.1. Микроволновое фоновое излучение Вселенной (космическое реликтовое излучение).....	310
19.2. Эфир в работах А.Эйнштейна	320
19.3. Электродинамика и принцип относительности	324
19.4. Явление взаимодействия электрических токов проводимости с электромагнитной волной	340
Описание наземного испытания вакуумной электромагнитной движительной установки	346

Описание некоторых конструктивных элементов ЭМВДУ, использованных в опыте	349
Новизна, оценка качественного уровня по сравнению с аналогичными отечественными и зарубежными исследованиями, ожидаемый эффект.....	353
20. Физика Вселенной	356
20.1. Немного из истории «Большого взрыва» Вселенной	356
20.2. Ускоренное расширение Вселенной.....	361
20.3. Немного из стратегии поиска эвристических решений проблем	370
20.4. Эффект Доплера.....	375
20.5. Обобщенный эффект Доплера – Михельсона	392
21. Принцип эквивалентности общей теории относительности и силы инерции	405
21.1. Экскурс в историю создания ОТО.....	407
21.2. Принцип эквивалентности как таковой	412
21.3. Экспериментальная основа принципа эквивалентности.....	414
21.4. Новый критерий оценки истинности принципа эквивалентности.....	419
21.5. Наша гипотеза	423
22. Литература	430

Предисловие

Человек одновременно живёт в двух мирах: в мире естественной природы, которая существует сама по себе, и в Искусственном мире, который человек создаёт сам. Естественная природа самодостаточна и не зависит от человека. Тогда как Искусственный мир человек творит своими руками: от микроскопических ячеек памяти микрочипов до городов-мегаполисов со всем их техническим наполнением. На рис. 1 показан один из индустриальных районов Москвы.

Если человек не будет поддерживать существование Искусственного мира, то он довольно быстро исчезнет с лика нашей планеты. Искусственный мир — это сплошь одни изобретения, то есть это всё то, что природа не может создавать сама. Ракеты, самолёты, компьютеры, микроволновые печи, заводы, города и т. п. не выбрасываются из жерл вулканов, не растут на деревьях и не падают с небес, как «манна небесная», — всё это творчество разума человека. В основании творчества человека лежат знания об обустройстве Естественного мира, выраженные в форме сведений о явлениях, свойствах и закономерностях природы. Только с помощью этой информации человек смог и может заставить природу работать на себя и сосуществовать с нею в гармоническом единстве.

В воображении человека природа отображена в виде всевозможных моделей её устройства. По определению, модель — это упрощённое представление реального устройства и протекающих в нем процессов (явлений). Моделей мироздания много, каждая из них по-своему отображает внутреннюю суть природы. Сравните модель мира, которую рисовал в своём воображении Птолемей, с моделью Вселенной на основе общей теории относительности Эйнштейна.

Наглядно-представимые модели не только качественно описывают структуру объекта и движение тел, из которых он состоит (внутренние процессы), но делают это количественно посредством формулировок законов и закономерностей, отображённых в виде записи математических уравнений. Они носят название «физических» моделей. Этот путь познания лежит через понимание сути

явлений, в основании которой всегда находится конкретная наглядная модель природного феномена, созданная воображением и интуицией исследователя.

Выбор между моделями с целью нахождения наиболее адекватно отображающей природу делается на основе наблюдений или прямых экспериментов. Лишь эмпирический опыт, открывающий физическую реальность, в силу своей аподиктической достоверности (неопровержимости) не требует доказательств.

Наряду с «физическими» моделями есть и «математические», которые представляют собой совокупность взаимосвязанных математических и формально-логических выражений (постулатов), записанных с помощью символов в виде уравнений, отображающих ту же самую природу (явление), что и в физических моделях, но на своём особом «математическом» языке. Их возникновение связано с возможностью геометрического представления физической реальности или происходит посредством высказывания гипотезы о наиболее общих законах устройства природы, к которым допустимо применение всего арсенала математического формализма. Математические модели называются теориями. Теорий, отображающих картину мироздания, так же много, как и физических моделей.



Рис.1.

Поскольку любые уравнения всегда описывают какой-либо конкретный физический процесс (природное явление), то за любой математической теорией всегда стоит строго определённая физическая модель, отображающая целую область знаний о природе. Отрицательный момент здесь состоит в том, что не всегда можно подобрать (найти или увидеть) формуле соответствующий физический механизм, который ею отображается. А порой случается так, что одной и той же формуле соответствует несколько физических механизмов.

Например, одному и тому же уравнению второго порядка в частных производных ставятся в соответствие волновые процессы, происходящие в разных средах: воздухе, воде, твердых телах, плазме или связанные с распространением электромагнитных полей. А это существенно различные физические процессы. И это же уравнение описывает разные типы волн: продольные и поперечные, волны на поверхности воды, волны Релея, гравитационные и электромагнитные волны и т. д., которые значительно различаются физическими механизмами реализации.

Само уравнение имеет следующий вид:
$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \sum_{k=1}^n \frac{\partial^2 u}{\partial x_k^2} = 0$$

Одни усматривают в этом большой недостаток математических моделей, поскольку уравнения не позволяют понять (представить) механизм конкретного волнового процесса, а, следовательно, использовать его в технике, поскольку она создаётся по методу аналогии. Это с одной стороны, а с другой – физический механизм явления позволяет перейти на более глубокий уровень исследования природы, что в принципе невозможно сделать на основе математического формализма, поскольку уравнение представляет собой его конечный продукт, который, конечно же, можно видоизменять, но не выходя за рамки его формальной сути.

Тогда как другие видят в этом факте универсальности формулы неоспоримое превосходство математического описания природных явлений над конкретными физическими моделями, поскольку они описывают самые общие стороны свойств природы, которые присущи всем волновым процессам (хотя при этом не могут быть

объяснены конкретные взаимосвязи характеристик процессов, стоящих за символами).

С момента введения в физику понятий, не имеющих конкретного наглядного представления (так называемых физических абстракций), но хорошо отображаемых математическими символами, от разработки физических моделей вообще отказались.

Например, к ним относятся такие физические понятия, как «поле», «квант», «фотон», «виртуальная частица», «энтропия» и т. п. — все они являются физическими абстракциями и не имеют наглядного конкретного отображения. С этого момента времени настает пора полной математизации теоретической физики, поскольку алгебре всё равно, что стоит за её символами: объект, который можно отождествить с наглядным образом предшествующего знания о реальной природе, или это не более чем виртуальный (ментальный, непредставимый) фантом, имеющий только свои числовые характеристики.

Отметим, что современные представители теоретической физики научились всерьез относиться к своим математическим моделям, уравнениям, расчетам. Только это позволяет им осознать проблемы математического феноменализма и идти дальше, придумывая новые формулы, «нормировки», размерности и, главное, новое математическое устройство реальной природы, не утруждая себя вопросом о правильности выбранного ими метода поиска нового знания. Сейчас в физике обходятся без альтернативы этому методу изучения природы.

В физике настолько привыкли к тому, что в уравнениях теоретической физики можно менять параметры и получать физически осмысленные результаты, что это осознаётся как огромное фундаментальное достижение математической физики. Например, в задаче о бросании камня можно изменить массу, скорость, угол бросания, можно сделать иным ускорение силы тяжести, да и многое другое. Однако при этом очень плохо понимается (постигается), что все эти изменения касаются только одной и той же физической модели, стоящей за формулой. А в теориях следующего уровня, где только и может появиться возможность рассматривать, например, предельно большие скорости, огромные массы, иные поля

тяготения и т. д., уже, естественно, потребуется наличие других уравнений (не трансформированных из прежних), отражающих неведомые для математика, но обозначенные им физические модели иной природы, а не той, что «стояла» за прежними уравнениями. А природа-то по своей сути одна и та же в обоих случаях. Но тем не менее...

А вот как, например, выдающийся физик-теоретик нашего времени Ричард Фейнман пишет об открытии Э. Шредингером основного уравнения квантовой механики: «Сегодня мы не можем сказать с уверенностью, содержит ли уравнение Шредингера и лягушек, и композиторов, и даже мораль, или там ничего похожего и быть не может. Мы не можем сказать, требуется ли что-либо сверх уравнения, вроде каких-то богов, или нет. Поэтому каждый из нас может иметь на этот счет свое особое мнение».

Критерием правдоподобности математической модели в отображении природных реалий является строгость использования (соблюдения) математического формализма, применённого при доказательстве теорем (выводов теории). Тем не менее «истинность» математической модели, выраженная через вероятность соответствия её реальности, определяется путем сравнения выводов (теорем) с наблюдением или экспериментом. Такое положение дел в теоретической физике не оспаривалось, поскольку полагалось, что только они (наблюдения и эксперимент) автореферентны самой природе (эксперимент как фрагмент природы). Тем не менее в современном мире уравнения придумывают!

Таким образом, за последние 70 лет в теоретической физике стала доминировать математика, которая полностью отошла от физических модельных представлений природных явлений. Появилось мнение, что природа «не обязана быть понятной человеку», а поэтому физика должна только описывать явления, а не объяснять их.

К сожалению, в последнее время этот тезис, ставший доминирующим в познании природы, сводит поиск нового знания к отыскиванию только подходящей аксиоматики с соответствующим математическим формализмом. При этом теории, полученные «жонглированием» символами и оторванные от глубинной поня-

тийной базы, обречены на своё дедуктивное развитие (с помощью автоматического использования математического формализма) без малейшего намерения найти суть природного явления (смысл применённого формализма), обосновать и объяснить выведенные теоремы (математические феномены). Только поэтому удивительные физические эффекты, открытые на кончике пера физика-теоретика (а по сути математика), так и остаются не понятыми (без наглядного представления механизма природного явления, т. е. его сути). А это привело к тому, что связь с реальным материальным миром была потеряна, поскольку от специальной теории относительности бессмысленно требовать объяснений, каким образом (или как) происходят сокращение линейных размеров тел и увеличение их массы, или замедление времени. Всё это остаётся скрытым за феноменализмом математики.

Отсутствие физических моделей явлений существенно снижает эффективность поиска нового знания. С одной стороны, это полностью прерывает связь между накопленным знанием и новым, так как физическая абстракция не имеет наглядного представления в базе фактов предшествующего знания, которая является основой физического воображения человека. С другой стороны, это приводит к трудностям по использованию нового знания прикладными науками, которые полномасштабно используют аналогию в конструкциях разрабатываемых ими устройств.

Другой путь познания, который был упомянут выше, лежит через физические модели, понимание и физическую интуицию. Но годятся ли наше воображение и интуиция, опирающиеся на предшествующий реалистический опыт, для понимания достижений современной теоретической физики – таких как, например, специальная и общая теории относительности или квантовая механика?

Даже на первый взгляд ответ на вопрос будет положительный, поскольку физики никогда не задумывались над проблемой наличия у этих (феноменологических) теорий своих физических моделей. Действительно, с момента становления современных математических теорий в физике утвердилось ложное мнение, понижающее возможности воображения человека. Что ему (воображению) будто бы «не по зубам» глубинная реальность природы, которая несоизмерима с обыденным житейским опытом человека.

Но если этому мнению противопоставить «картинки» многомерности пространства, созданной для объединения всех сил природы (до 26-и измерений в теории струн), или «кротовые дыры» в пространстве с замедлением времени и т. п., то становится ясным, что мы немного поторопились, объявив эти теории таинственными феноменами современной математики, далёкими от представления в воображении человека. Человеческое воображение намного мощнее и безграничнее, чем декларируется сейчас (будто бы релятивизм понимают всего лишь единицы из многомиллионной армии учёных), и оно без особого труда может понять и оценить значимость этих теорий. Теорий, представленных современной пропагандой науки в качестве непреходящих истин в последней инстанции, эпохальность которых раздувается небольшой кучкой математиков, зачастую не понимающих даже друг друга в своих «гениальных вывертах».

При этом забывается, что сама наука развивается и на смену одним идеям приходят другие. На смену модели Вселенной Птолемея пришла модель Коперника, а следом потрясающая воображение современная астрофизическая модель Вселенной. Не следует забывать тот факт, что как идею теплорода сменила идея молекулярно-кинетической теории тепла, так и идею непредставимого релятивизма (калиф на час) в своё время сменит другая, более прогрессивная идея представимых свойств устройства природы, которая увяжет в единое целое предшествующее знание с настоящим и даст возможность разглядеть будущее.

Этого мнения придерживаются многие исследователи, полагающие, что за указанными математическими теориями стоят вполне конкретные физические модели, которые могут как совпадать, так и не совпадать с природной реальностью. При этом считают, что за релятивистскими «чудесами» этих теорий кроется нечто простое и понятное, лежащее буквально на поверхности и именно поэтому постоянно ускользающее от нашего взора.

В настоящее время современная физика практически всецело занята построением единой теории взаимодействий как некоего продолжения «сюжета» гениальной таблицы Дмитрия Ивановича Менделеева, с использованием всей мощи статистического анали-

за. Такую теорию ещё называют Теорией Великого Объединения. Именно на решение этой задачи тратятся огромные средства и человеческие ресурсы земной цивилизации.

Но насколько соответствуют приложенные усилия чаяниям всех людей планеты? Предположим, что вожденная теория будет построена и физики-теоретики преодолеют все математические трудности и свяжут воедино квантовую механику и теорию гравитации. А десятки тысяч экспериментаторов и инженеров с помощью опытов на Большом адронном коллайдере (эксперимента, колоссальнейшего по финансовым затратам и использованию научного потенциала человечества) подтвердят это и всё-таки найдут «частицу Бога» – бозон Хигса. Но при этом насколько понятнее станет мир, в котором мы живём, и как практически этим фактом может воспользоваться человечество при решении сегодняшних проблем цивилизации? Проблем, в основном, технических.

Указанные трудности с разработкой физических моделей природных явлений привели современную физическую науку к кризису. Он выразился в том, что, например, за последние 70 лет физика не открыла ни одного нового источника энергии, новых способов передвижения в пустом космическом пространстве, новых средств связи или способов управления свойствами материальных тел. Иными словами, она не предложила техническим наукам никакого нового знания о законах, явлениях и свойствах природы, которые те бы использовали для разработки новой техники.

Современный колоссальный прогресс в сфере компьютерной техники и радиосвязи, который произошёл практически на глазах одного поколения людей, это бесспорная заслуга технических наук, но не физики. Успех связан с разработкой технологий полупроводников, то есть физической идеи почти 100-летней давности.

На рисунках 2 и 3 отражены успехи современных технологий, связанных с компьютеризацией.

На рис. 2 показана микро-ЭВМ, обеспечивающая работу системы датчиков и исполнительных устройств встраиваемого в сердечную мышцу сердечного кардиостимулятора.



Рис. 2.

На рис.3 – фотография протеза человеческой руки, управляемого мысленными командами, поданными через компьютер от сигналов, считываемых с мозга человека.



Рис. 3.

Настоящая работа содержит ретроспективный анализ особенностей развития современной физической науки и используемых ею методов поиска нового знания о природе с целью нахождения путей выхода из сложившегося кризисного состояния, в котором находится физика. Дан анализ релятивистских теорий с позиции физических моделей природных явлений, а также предложен ряд экспериментов, доказывающих их несостоятельность. Представлены конкретные технические решения выхода из современного кризиса земной цивилизации.

1. Введение.

Общественное производство и естествознание

Анализ оснований современного глобального кризиса, который выразился в остром дефиците энергии, недостатке пресной воды и пищи, ухудшении экологии человека и планеты, нарастании социальной напряжённости, сбоях мировой валютно-денежной системы и т. п., показывает, что его единственной причиной является экспоненциальный рост численности человечества.

За прошедшие 100 лет численность населения планеты увеличилась в 7 раз: примерно с 1 до 7 миллиардов человек. При столь высоком темпе роста числа людей общественное производство товаров потребления (промышленность и сельское хозяйство), не успевающее за ним в своём развитии, уже не может обеспечить каждого человека всем необходимым для его нормальной жизни [1].

Диспропорция между темпами роста числа людей и общественного производства представляет собой как бы внешнюю, хорошо видимую сторону (причину) кризиса. Тогда как теневая (невидимая) сторона кризиса, которая как раз и является его основной причиной, заключается в другом.

Политологи, экономисты, руководители производств отмечают, что отставание роста объёма производства товаров потребления объясняется острым недостатком электрической энергии, поскольку само производство находится в прямо пропорциональной зависимости от количества электроэнергии, вырабатываемой на душу

населения планеты. На современном этапе развития человечества именно электроэнергия участвует в создании всех благ земной цивилизации.

Хотя величина вырабатываемой электроэнергии и растёт с каждым годом, её темпы роста в разы меньше темпов роста населения. Существующая сейчас удельная выработка электроэнергии на планете недостаточна для того, чтобы сделать жизнь людей достойной звания Человека. Иными словами, чтобы устранить диспропорцию между реальной выработкой энергии и необходимой, нужно в разы увеличивать количество электрических станций. Это один из возможных путей выхода человечества из возникшего глобального кризиса, который альтернативен идеям Мальтуса.

Данные энергетической комиссии ЮНЕСКО указывают на то, что рост энергетической мощности человечества сдерживается конечностью ресурсов органического топлива на планете, необходимого для функционирования электростанций. Иными словами, современное производство электроэнергии, а, следовательно, и энергетика ближайшего будущего ограничены реальными запасами вещества первичных источников энергии (угля, нефти, газа, ядерного горючего и т. п.). Только поэтому нефтяные буровые вышки «шагнули» с берега в моря и даже устремились за Северный полярный круг (см. рис. 4). Таким образом, внутренняя («невидимая») сторона глобального кризиса по своей сути сокрыта в остром недостатке первичных источников энергии.

При этом необходимо отметить, что в настоящее время все надежды относительно будущего энергетики связаны с разработкой и созданием термоядерного реактора. Этот реактор – пока единственная надежда человечества продолжить своё экспоненциальное развитие мирным путём, и зиждется она на том научном факте, что в 1 литре любой воды содержится примерно 150 миллиграммов тяжёлой воды, являющейся топливом для термоядерного реактора. Энергия «сжигания» этого, по сути, мизерного количества вещества (по отношению к объёму) эквивалентна энергии, содержащейся в 300 литрах бензина. Знание того, что на планете имеется 300 океанов бензина, стимулирует поиск решения неподатливой задачи обуздания термоядерной реакции.



Рис. 4.

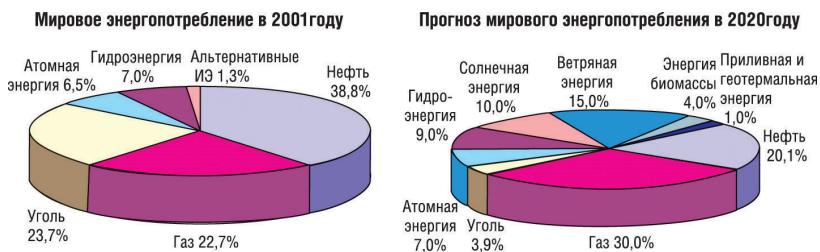
Более 50 лет развитые страны планеты пытались самостоятельно решить эту проблему, но, потерпев неудачу, объединили свои усилия в реализации проекта по созданию международного экспериментального термоядерного реактора ITER (ИТЭР). На рис. 5 представлена фотография начала строительства этого грандиозного по своим масштабам сооружения.

Однако и сейчас нет никакой уверенности в том, что в будущем термоядерный реактор всё же будет создан и даст энергию, поскольку научные идеи, лежащие в основании его конструкции, остались те же, что и 50 лет назад. Проблема с дефицитом энергии очень остра, поскольку других источников энергии, кроме «термоядерной энергетики», физическая наука реально предложить пока не может.



Рис. 5.

Пытаясь найти выход из острейшей ситуации с дефицитом энергии, прикладные (инженерные) науки в наши дни кроме термоядерного реактора разрабатывают так называемую «нетрадиционную энергетику» (иногда называя её «экологически чистой»). К ней относятся: гидроэнергетика, ветровая энергетика, приливная и волновая энергетика морей, энергетика прямого преобразования солнечного света и т. д. По своей сути это всё та же опосредованная энергия солнца. На диаграммах, представленных ниже, даны перспективы её использования в будущем.



Но и она в принципе не решает проблему, поскольку данную энергию надо «собирать» по поверхности планеты. К тому же такая энергетика сезонна и зависит от времени суток, а масштабы ее

использования находятся в противоречии с принципами экологии планеты в целом. Например, глобальное применение ветроэнергетики скажется на циркуляции атмосферы планеты, что, вне всяких сомнений, приведёт к изменению потоков тепла, водяного пара, миграции микроорганизмов по поверхности планеты, последствия от которых непредсказуемы. На рис. 6 дана фотография современных ветровых станций, расположенных в Германии.

Казалось бы, что проще всего можно было бы использовать прямое преобразование солнечного света в электроэнергию. Но если учитывать, что суточное и сезонное изменение мощности этого источника требует строительства мощных накопителей электрической энергии, то одно только это обстоятельство сводит на нет весь оптимизм данного решения энергетической проблемы. Действительно, невозможно даже представить (а не то чтобы выполнить в металле) электрическую аккумуляторную станцию для крупного мегаполиса (например, Москвы или Нью-Йорка), дающую ему энергию (накопленную днём и летом, когда она в изобилии) по ночам, да ещё и зимой – то есть тогда, когда нет солнечного света, а энергия нужна как раз именно в это время. Выявлены и многие другие негативные моменты нетрадиционной энергетики.



Рис. 6.

А ведь промышленности нужны сосредоточенные (компактные) источники энергии огромной мощности, подобные современным атомным станциям, одна из которых показана на рис. 7. Но их нет, поскольку физическая наука за последние 50 – 60 лет не сделала ни одного открытия в области изучения свойств, явлений и закономерностей природы, которые легли бы в основание создания таких устройств. А поскольку у физиков нет новых знаний о природе, то и у инженеров нет новых источников энергии.

Экономисты, социологи, политики, учёные и общественные деятели твёрдо убеждены в том, что только рост производства электрической энергии, превышающий или хотя бы пропорциональный росту численности человечества, полностью сделал бы невозможным нагрянувший, казалось бы, ниоткуда глобальный кризис с его упомянутыми выше компонентами.

Таким образом, из приведённых выше фактов вытекает, что основной причиной глобального кризиса современного человечества является не столько хорошо видимый рост численности населения планеты, сколько неэффективная работа современной физической науки.

Кризис современной физики выражен не только в отсутствии открытий в сфере энергетики, но и в других областях этой науки, сдерживая развитие соответствующей техники. В качестве доказательства достаточно привести такой пример.

Сегодняшнее соотношение «планета – человечество» указывает на то, что экспоненциальный рост численности человечества воспринимается как зло, с которым надо бороться, искусственно ограничивая прирост населения. Экономисты твёрдо убеждены в том, что 10 миллиардов людей – это то, что может «выдержать» наша планета. При сегодняшнем темпе прироста человечества указанный рубеж будет достигнут уже в 2020-м году. Только осознав данную тенденцию, понимаешь, что наша планета очень маленькая. И как человечеству быть дальше?



Рис. 7.

Всматриваясь в звёздное небо, в эту громаду безграничного космоса с его бесчисленным сонмом звёзд и кружащих вокруг них планет, предполагаешь, что среди последних возможно есть такие же, как наша Земля. И всю эту «целину» не только можно, а нужно включать в оборот жизни человечества. А начинать надо с планет нашей Солнечной системы. Иначе, хотим мы того или нет, рост численности человечества неминуемо погубит и планету, и саму земную цивилизацию. Надо расселяться в космос, а в этом случае людей уже будет не хватать. И сегодняшняя отрицательная ситуация с численностью человечества изменится на обратную.

Но можно ли это сделать с помощью ракетной техники? Конечно же – нет!

Действительно, ракетному способу перемещения в пустом пространстве присущи два принципиально неустранимых недостатка, которые ограничивают возможности его использования уже сейчас, на самом первом этапе освоения космоса человечеством. К ним относятся:

1. Низкое значение коэффициента полезного действия (КПД) ракеты как системы преобразования энергии топлива, запасённого на борту космического аппарата, в его кинетическую энергию движения.

2. Поскольку для получения тяги необходимо отбрасывать «рабочее тело» (без этого ракетное движение попросту невозможно), то оно в необходимом количестве должно быть запасено на борту космического аппарата. Только поэтому создаются гигантские ракеты, у которых полезная нагрузка (космический корабль) составляет всего единицы процентов от их стартовой массы. Так, для выведения космического аппарата на круговую орбиту вокруг Земли высотой в 300 – 500 км она составит примерно 5%, а для полёта к Юпитеру – 0,03% (см. числа Циолковского). Этим объясняется громадный вес ракетных систем на стартовом столе: у «Энергии» – 2000 тонн при весе корабля около 100 тонн, у «Шаттла» – 2750 тонн и 135 тонн соответственно. Они, образно говоря, являются современными «техническими динозаврами». На рис. 8 представлена фотография ракетной системы «Шаттл», вывозимой на стартовый стол.



Рис. 8.

Согласно расчётам, для осуществления экспедиции к ближайшим звёздам (Проксима Центавра, Альфа Центавра, звезда Бернарда, расположенным на расстоянии примерно в 4,23 светового года) в разумный промежуток времени путешествия (длительность

полёта в один конец равна 60 годам: 30 лет – разгон и 30 лет – торможение с ускорением в $1g$) масса «рабочего тела» ракеты должна быть сравнима с массой всей Солнечной системы. О КПД здесь и говорить не приходится, поскольку он ничтожно мал – в целом, около $10^{-30} \%$. Если же, в силу традиции, как это делается сейчас, лететь туда только по инерции, разогнавшись до 3-й космической скорости, то полёт будет длиться около 100 тысяч лет.

Поэтому, несмотря на все громадные успехи, уже достигнутые технической космонавтикой, приходится констатировать, что перспектив у современной ракетной техники для полётов внутри Солнечной системы, не говоря уже о межзвёздных путешествиях, нет вовсе. Так, пилотируемый полёт на Марс (время движения корабля по инерции в один конец превышает 1 год) хотя и оказывается на грани технически реализуемых при современном уровне развития космической техники, но в то же время – за чертой экономически допустимых на эти цели затрат. Для организации удачной экспедиции на «красную планету» (с вероятностью возвращения в 93%) необходимо задействовать ресурсы всего человечества. Хотя космонавты космических держав готовы рисковать и сейчас, когда вероятность возвращения значительно меньше 50%.

Если же с помощью ракеты невозможно достичь даже ближайших звёзд, то на что мы можем рассчитывать, говоря о галактических полётах, с учетом того, что диаметр нашей Галактики Млечный путь составляет 100 000 световых лет?? Как преодолеть эти громадные расстояния межзвёздной пустоты?

Физика сейчас не может дать ответ на этот вопрос. В её копилке знаний о природе нет ни одного явления, закономерности или свойства материи, которые можно было бы положить в основание новой технологии передвижения в пустом космическом пространстве. А почему нет?! С чем связана неэффективная работа физиков, которые со времён Кибальчича и Циолковского (а это почти 100 лет молчания) не предложили ничего нового, что способствовало бы развитию техники передвижения в пустом пространстве.

А вот другой, не менее показательный пример, ярко иллюстрирующий кризисное состояние физической науки. Масштабы Вселенной невообразимы в человеческом сознании, а поэтому их

характеризуют только числами. Расстояние до ближайшей к нам звезды свет (или радиоволна) преодолевает за 4,2 световых года. Диаметр нашей Галактики – 100 000 световых лет. До ближайшей галактики Туманность Андромеды расстояние примерно 2,5 миллиона световых лет, тогда как наблюдаемая Вселенная простирается на расстояниях примерно в 13 – 15 миллиардов световых лет. Представить себе такие масштабы просто невозможно.

И именно здесь возникает вопрос, а каким образом цивилизации инопланетных разумных существ могут вести диалог между собой на таких невообразимо огромных расстояниях? Сомневаться в том, что человечество не одиноко во Вселенной, не приходится, поскольку звёздное небо искрится мириадами звёзд, которые могут быть центрами планетных систем. С трудом верится, что цивилизации для связи между собой используют только радиосигналы (или свет), обладающие самой большой (предельной) скоростью, которая разрешена теорией относительности. Действительно, в этом случае промежуток времени между посылкой радиосигнала братьям по разуму и его приёмом будет равняться сотням десятков, а то и тысячам лет. И то при условии, что эти «братья» являются нашими соседями по Галактике. А если они живут в другой галактике, то промежутки времени будут измеряться миллионами лет. На рис. 9 дана фотография системы дальней космической радиосвязи.

Конечно, для космической связи такой носитель сигнала слишком тихоходен. Но согласно специальной теории относительности, свет обладает максимальной скоростью передачи информации, и при этом накладывается запрет на любую другую скорость сигнала, которая превышает скорость света. Неужели природа устроена так, что цивилизации в принципе лишены возможности общения друг с другом?

Видимо, всё же это не так. Действительно, радио как средство самой быстрой связи на нашей планете появилось чуть более 100 лет назад, но каких грандиозных успехов радиотехника достигла к нашим дням! А как эта отрасль техники будет выглядеть через следующие 100 лет?! Ответ на этот вопрос не подскажет даже воображение. А если представить, что другие звёздные цивилизации

зародились раньше нашей, земной, скажем – на 100 или 1000 лет, но с таким же темпом развития науки и техники... Ведь в масштабах Вселенной и миллион лет для такого события вполне допустим, причём с огромной долей вероятности. Поэтому по поводу возможной грандиозности их («старших братьев») средств связи мы можем только «поахать»! Нет сомнения в том, что цивилизации общаются между собой, но только не с помощью электромагнитных волн (поэтому мы их и не слышим). Но тогда как? Современная физика молчит, оправдывая себя кивком на запрет Эйнштейна. А почему молчит? Ответ на этот вопрос также является целью настоящей работы.

Человек является создателем и носителем Искусственного мира, в основании которого лежит техника. И этот мир огромен, так как значительная часть поверхности планеты уже освоена человечеством, а в его материальной части задействованы триллионы триллионов тонн вещества земной коры. Искусственный мир быстро «растёт», увеличиваясь в размерах и объёме, причём происходит это в соответствии с ростом численности человечества (прямая функциональная зависимость).



Рис. 9.

Экстраполируя развитие Искусственного мира на будущее, можно с уверенностью утверждать, что выход человечества в космос знаменует собой начало перестройки (переделки) теперь уже вещества планет Солнечной системы, трансформируя его в структуры Искусственного мира. Несомненно и то, что следом наступит очередь нашей Галактики и далее – по нарастающей – до преобразования всей Вселенной в целом.

Потенциал, заложенный природой в человека, а – по сути – в его коллективный разум, огромен. Сейчас – это только ноосфера Земли, а в будущем – это галактический и вселенский разум. «Звёздное» человечество предполагаемого далёкого будущего, об­разно говоря, будет не только способно «переделывать и перемещать» звёзды, но и «работать» с целыми галактиками.

Огромный потенциал заключён в технике, которую человечество создает на основе знаний об окружающей действительности, то есть информации о явлениях, свойствах и закономерностях, присущих природе. Новое знание является единственной пред­посылкой для разработки новейших технологий и техники, то есть именно той базой научных фактов, которая остро необходима для развития прикладных наук. Без этой информации эволюция, т.е. усовершенствование и создание принципиально новой техники, просто невозможна. Техника, как бы к ней не относились, является именно той жизненной силой, которая определяет уровень развития и живучести земной цивилизации. Именно техника определяет способность цивилизации противостоять действующим отрицательным (как внутренним, так и внешним) факторам среды её существования. Несомненно, что только существующая техника устанавливает границы реальных возможностей человечества.

Совершенствование техники без нового знания неосуществимо. Оно базируется в основном на физической науке, являющейся основой для всех естественных наук, занимающихся изучением природных реалий. Так уж сложилось в истории физической науки, что теоретическая физика по своей сути представляет собой как бы своеобразную «дальнюю разведку», которая ведётся на всех «фронтах» с неизвестностью с целью получения нового знания об устройстве природы. В согласии с предложенной анало-

гией, по стопам «разведки» на основе полученной от неё информации «идет» уже основная исследовательская сила физической науки – экспериментальная физика. Именно эксперимент как факт «отвоёвывает» у неизвестности «области» нового знания, которое остро необходимо человечеству для развития и выживания. «Отвоёвывает» с помощью целенаправленных специальных вопросов, поставленных природе теоретической физикой. Именно последняя предлагает конкретные варианты устройства природы (физические и математические модели) и то, каким образом (способом) выбрать из них истинный. Теоретическая физика полностью руководит поисковой работой экспериментальной физики, а следовательно, и строительством физической науки в целом, и именно она вырабатывает научное мировоззрение человечества.

А поскольку теоретическая физика определяет направление и скорость роста технической мощи человеческой цивилизации, то человечеству безразлично то, как она это делает. Всё упирается в вопрос об эффективности того конкретного способа поиска нового знания, который ею используется. Действительно, низкая результативность поиска сдерживает развитие цивилизации. А если используемый способ уводит в сторону ложных, надуманных истин о природе, то возможен и регресс науки.

2. Анализ способов получения нового знания об обустройстве природы

Ретроспективный анализ возможных причин низкой эффективности работы физической науки указывает на следующие обстоятельства. В физике за последние сто лет произошёл постепенный переход от одного способа поиска нового знания к другому. Первый (предшествующий) способ назовём «методом аналогии», а другой (современный) – «методом математической гипотезы».

2.1. Метод аналогии

Метод аналогии основан на изучении новых явлений природы посредством разработки их «внутренних механизмов», или так

называемых «физических моделей» явлений, которые трансформируют причины явлений в их следствия. Действительно, между причиной и следствием действует (происходит) вполне определённый физический процесс, превращающий начальные условия явления в конечный результат от его действия (следствия). Знание о том, каким образом это происходит, представляет собой суть явления, или работу физической модели. Явление считается изученным (понятым) только тогда, когда известен его внутренний механизм (суть).

Действительно, явление предстаёт перед исследователем только своими внешними признаками. А то, как природа переводит (трансформирует) причины (начальные условия, при которых явление возникает и начинает действовать) в следствия (результат действия явления), скрыто от его глаз. Чтобы понять «внутренний механизм» явления, строится его физическая модель, работа которой представляет собой суть явления.

Что собой представляет физическая модель явления, можно показать на следующем примере. В воображении человека окружающая его природа отображена в виде существования различных форм материи, находящейся в непрерывном движении. Эти данные берутся из наблюдений за миром природы, окружающим человека. Причём перемещение и трансформация форм материальных тел не хаотичное, а упорядоченное, ведущее к непрерывному изменению наблюдаемой архитектуры усложняющейся природы. Простые формы материи и виды движения преобразуются в более сложные. Изменения происходят на всех уровнях организации материи: от уровня микрокосмоса до уровня макрокосмоса. При этом отмечается, что наблюдаемая материя Вселенной строго разграничена на две особые формы своей организации: на неживую и живую материю. Наиболее быстро эволюционирует мир живой материи.

Для объяснения наблюдаемых фактов предлагалась следующая физическая модель, которая была выработана современной физической наукой. В воображаемой картине мироустройства произошёл «Большой взрыв», который породил физические поля и вещественную часть материи – элементарные частицы. Поля и

элементарные частицы заполнили всю Вселенную, пространство которой тоже была образовано этим же взрывом. Элементарные частицы впоследствии объединились в водородный газ. По сути, произошло рождение нашего мира из некой «точки сингулярности». Пространство этого мира за счёт энергии Большого взрыва «раздувается», как мыльный пузырь, а масса родившейся материи остаётся неизменной относительно пространства, растущего в объёме. Иными словами, расстояние между обособленными частями материи – например галактиками – увеличивается, но сама материя неподвижна относительно расширяющегося пространства. При данном расширении размеры самих галактик остаются неизменными (пока необъяснённая особенность этой модели). Явление красного межгалактического смещения спектральных линий света, идущего от далёких галактик, современная физика рассматривает именно с этих позиций т. е. с точки зрения отсутствия движения галактик относительно пространства. Но не как кинематическое (механическое) перемещение (движение) звёзд относительно пространства, что свойственно эффекту Доплера для источника волн, движущегося относительно среды волнового процесса. Это одна из ключевых особенностей модели Большого взрыва Вселенной, которая довольно просто совмещает в себе «сверхсветовые скорости» разбегания галактик, вычисленные по величине сдвига спектральных линий, с положением специальной теории относительности, ограничивающим скорость движения любых материальных объектов в пространстве скоростью света.

В описываемой модели водород, образовавшийся из элементарных частиц, под действием гравитационного поля постепенно, в течение миллиардов лет, стягивается в звёзды – этикие своеобразные фабрики химических элементов вещества Вселенной. В звёздах водород в ядерных реакциях перерабатывается во все известные вещества, отображённые в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. В конце цикла своего развития звёзды взрываются и разбрасывают вещество в ближайшее к ним пространство. Из этого вещества образуются планетные системы, а остатки материи вновь стягиваются в звезды. В то же время звёзды являются структурными единицами галактик, которые образуют всю видимую бесконечную Вселенную.

Представленная физическая модель (как следствие развития идей общей теории относительности) объясняет внутреннее устройство мироздания, причину движения материи и последовательность смены форм её существования в виде понятия «времени», которое отсчитывается от момента Большого взрыва.

Но данная модель не объясняет самой сути понятия «времени» как некой объективно сущности, не сводимой к свойству памяти человека (или аналогичному феномену в неживой природе).

Действительно, описанное выше движение материи в пространстве, совершаемое под действием сил инерции и гравитации, которое приводило к образованию определённой архитектуры Вселенной, было отождествлено с понятием «времени». Изменение местоположения любых обособленных объектов природы вследствие их движения физически (в реальности) может фиксироваться только или в памяти человека, или на видеоплёнке (как последовательная смена кадров), или каким-либо иным способом. Но как бы то ни было, эта фиксация ассоциируется с предположением о сохранении где-то информации о последовательной смене положений рассматриваемых объектов в пространстве. Эта последовательность и определяет собой понятие времени.

Под это понятие подпадает и монотонное однонаправленное изменение структурных уровней организации материи (взаимопревращений), происходящее с момента взрыва до наблюдаемой сейчас Вселенной. Таким образом, в этой модели мироустройства суть времени связана с хранением информации о последовательности местоположения тел в пространстве, которая может осуществляться средствами, подобными памяти человека.

Причём наблюдаемая последовательность положений и состояний, связанных с перемещением и трансформацией материальных тел, является не хаотичной, а упорядоченной (из предшествующего движения следует последующее), ведущей к непрерывному изменению наблюдаемой космической архитектуры материи, которая все усложняется. Усложнения (изменения) происходят на всех уровнях организации материи: от уровня микрокосмоса до уровня макрокосмоса.

Из анализа наблюдений за эволюцией (изменениями) материи вытекают следующие качества времени. Время однонаправленно

(из прошлого через настоящее в будущее), существует так называемая «стрела времени». Время повернуть вспять (повернуть стрелу времени на 180 градусов) невозможно, осуществлению этого препятствуют физические поля, действующие между частями материи – например, гравитационное (хотя движение тел по инерции можно повернуть на обратное). Время однородно, то есть промежутки времени между периодическими событиями, происходившими миллиард лет назад (измеряемые в секундах или годах), точно такие же по длительности, что и сейчас, или будут через миллиард лет в будущем. Единица измерения времени (секунда, час, сутки, год) определяется сопоставлением с любым периодическим процессом, взятым за эталон (например, годовым вращением Земли вокруг Солнца, её суточным вращением вокруг своей оси или же периодом волны излучения водородного мазера). Поэтому точку отсчёта шкалы времени (ноль шкалы) можно сдвигать как угодно в любую сторону, перемещая её в прошлое или будущее.

Описанное выше представление понятия времени есть одна из его возможных физических моделей. При этом отметим, что в основании этого понятия лежит феномен сохранения информации о событиях, который подобен памяти человека. В настоящее время это представление развивается в антропном принципе.

Однако процессы изменения материи во времени и сохранения информации об этом есть не что иное, как два независимых друг от друга явления, происходящих параллельно друг другу. Существует также мысль, что время – нечто большее, чем «память» о прошедших событиях. Идея заключается в утверждении, что время как некий реальный природный фактор управляет изменениями, происходящими в самой материи. Иными словами, наблюдаемое непрерывное усложнение мира материи в целом заставляет под этим внешним проявлением подразумевать уже некую гипотетическую функцию самой природы. К этому выводу подталкивает тот факт, что пространство, которое сразу же после взрыва было равномерно заполнено полями и материей (а однородная система с хаотическим движением материи имеет максимум энтропии), под действием гравитации и инерционного движения материи начинает постепенно трансформироваться в наблюдаемую «упорядо-

ченную» Вселенную со своей структурой-архитектурой, в которой возникает жизнь и разум, то есть ещё более «упорядоченная» форма существования материи (а это уже минимум энтропии). Такое стремление от максимума энтропии к её минимуму, согласно термодинамике, в принципе невозможно.

Появилась другая модель времени. В ней с понятием времени стали связывать глубинные изменения, происходящие в самой основе природы, в так называемом «универсуме», из которого состоит вещественная материя, физические поля и само пространство. Таким образом, универсум – это не только основания вещественной части природы, её глубинный уровень, но и основа самого пространства, то есть то, из чего оно состоит. Иными словами, это все то, что подразумевается под природой в целом, самый глубинный уровень её организации. В предложенной картине мироздания различные формы существования материи, пространство и время – это всё формы существования универсума.

Уточним понятие «времени» в этой модели. В ней каждому мгновению времени соответствует строго одно определённое состояние универсума. В следующее мгновение внутренние свойства универсума изменяются, при этом, по сути, изменяются свойства всей природы. Это изменение и есть ход времени. Таким образом, каждое конкретное свойство универсума и есть соответствующее конкретное значение времени.

Такая физическая модель времени регламентирует уже иные проявления свойств у времени. Согласно этой модели, природа миллион лет назад имела иные свойства, чем сейчас, а, следовательно, и в будущем её свойства будут отличаться от нынешних. Только поэтому шкалу времени сдвигать нельзя, хотя для человека (и всей материи в целом) время будет однородно. Утверждение об однородности времени связано не с тем, что будто бы имеется (или известен) какой-то внешний временной процесс, с которым можно сравнивать скорость процесса изменения универсума и, тем самым, выявлять равномерность (или изменчивость) изменения скорости процесса, происходящего в универсуме, во все эпохи существования Вселенной. Нет, такой внешний процесс (отождествляемый с внешним временем) неизвестен. А поскольку его нет,

то любое изменение скорости процесса в универсуме сравнить не с чем, а, значит, течение времени будет считаться равномерным. И даже если это имеет место, то на все периодические процессы, происходящие с материей в природе, эти вариации скорости процесса, происходящего в универсуме, будут сказываться синхронно и для наблюдателя это факт останется принципиально ненаблюдаемым. Даже если процесс в универсуме замрёт на миллион лет, то и это останется за границами авансцены природы. В этом представлении время абсолютно и едино для всей природы в целом, как это и декларировалось когда-то Ньютоном. Изменение универсума и время есть синонимы.

У времени (как процесса изменения свойств универсума) есть причина, которая, как «заведённая пружина», является движущей силой как эволюции материи, так и движения всех её форм. Например, именно по этой причине происходит движение по инерции всех вещественных тел в пространстве (частиц, планет, звёзд и галактик).

Изложенное выше есть небольшой штрих в картине мироздания, который представляет собой одну из возможных моделей устройства природы, связанных с понятием «времени». По определению, модель – это упрощённое представление реального устройства и протекающих в нем процессов (явлений). Моделей мироздания много, каждая из них по-своему отображает внутреннюю суть природы (сравните с моделью, которую предлагает частная теория относительности, где время неоднородно и относительно). Такие наглядно-представимые модели, которые качественно описывают внутренние процессы и движение тел, носят название «физических» моделей. Выбор между моделями с целью нахождения наиболее адекватно отображающей природу делается на основе наблюдений или прямых экспериментов (верификацией).

Заметим, что именно физическая модель позволяет техническим наукам, используя аналогию, изобретать машины, в которых природа работает на человека.

Разработка механизмов явлений осуществляется на базе уже известного физического знания с использованием всех приёмов аналогии (редукционизм). При этом под внутренним механизмом

явления понимается не чисто механическая система (рычаги, шестерёнки, тросы), как это пытаются представить критики этого направления поиска нового знания, а весь арсенал современного физического знания об обустройстве природы (например, закономерности потоков газовых и жидких веществ, особенности волновых процессов в сплошных средах, электрические и магнитные явления и т. п.). Понятно также, что любая модель (по определению) представляет собой лишь приближённый аналог реального физического явления, копирующий лишь его главные свойства (характеристики). Хотя экспериментальная проверка «работоспособности» таких моделей связана с огромными трудностями по их реальному осуществлению и требует серьёзной экспериментальной техники и немалых финансовых средств, она всегда проводится. Каков бы не был эксперимент – это полнокровный фрагмент природы, её частичка, и в нём природа всецело реализует себя. В этом заключается его бесспорная истинность. Действительно, безапелляционным судьёй выявления работоспособности модели, которая напрямую связана с верностью отражения ею природных реалий, является сама природа.

2.2. Метод математической гипотезы.

Метод математической гипотезы – это уже математическая модель природного явления. Обычно в её основании лежит строго определённое физическое суждение о реальном явлении (чаще всего это физическая модель явления), выраженное в соответствующей системе уравнений, описывающих элементарные физические процессы, из которых это явление складывается. Эти формально-логические выражения (уравнения) отображают то же самое природное явление, которое исследуется в физической модели, но на своём – «математическом» – языке. Возникновение уравнений связано с возможностью измерения (основой любой науки) и необходимостью количественного расчёта параметров процессов и движений, описываемых физической моделью. Математические модели называются теориями. Заметим, что теорий, отображающих картину мироздания, так же много, как и физических моделей.

Математическая модель предназначена для анализа и расчёта характеристик физического явления, которые производятся с использованием всего арсенала средств математического формализма. Именно это обстоятельство определяет её существенное преимущество перед физической моделью. Анализ уравнений (алгебраических тождеств) позволяет выявлять такие особенности математической модели, о которых её автор даже мог и не догадываться. Например, знаменитый немецкий физик Г. Герц не скрывал своего преклонения перед миром математических объектов. Он писал: «Невозможно избавиться от ощущения, что эти математические формулы существуют независимо от нас и обладают собственным разумом, что они мудрее нас, мудрее даже тех, кто их открыл, и что мы извлекаем из них больше, чем первоначально было» [2].

В настоящее время теоретическая физика работает практически только с математическими моделями. В качестве ярких примеров её успеха можно указать на создание специальной и общей теорий относительности, квантовой электродинамики, физики элементарных частиц, астрофизики и т. д. По сути, современная теоретическая физика полностью математизирована. При этом она стала не только прикладным разделом математики, но и сама явилась мощным стимулом развития математики. Действительно, многие физические задачи, которые пришлось решать физикам-теоретикам, впоследствии выросли в целые разделы математики. Достаточно вспомнить историю создания дифференциального и интегрального исчисления, теорий обобщённых функций, операторов, функций многих комплексных переменных, топологических и алгебраических методов, теории чисел, p -адического анализа, асимптотических и вычислительных методов, теории групп (инвариантов), теории множеств и т. п.

Безукоризненность в соблюдении всего арсенала математического формализма при математическом доказательстве теорем считается главным доводом истинности полученных выводов (следствий). И тем не менее строго обязательна экспериментальная проверка математической модели (верификация). Именно природа ставит свой окончательный вердикт при решении вопроса об адекватности математической модели природным реалиям.

Современная теоретическая физика, несмотря на огромные предшествующие успехи в своём математическом развитии, столкнулась с существенными трудностями, связанными с понятийным аппаратом физической науки, которые привели её к полному отказу от физических моделей и, тем самым, практически остановили её развитие. Дело обусловлено тем, что в процессе изучения свойств природы появились новые физические сущности (понятия), которые было невозможно сопоставить с понятиями предшествующего знания (и даже осмыслить их в рамках предыдущих понятий). Так, наряду с понятием «вещественная материя» появилось понятие «поле» (электрическое, магнитное, гравитационное и т. д.), которое невозможно было не только отождествить с чем-либо известным ранее, но и выработать какое-то адекватное ему наглядное представление. Поэтому эти объекты необходимо было воспринимать как некую вербально заданную физическую данность без наглядного их представления (например, понятие «поле» стали отождествлять только с «особой формой существования материи»). Эти понятия стали представлять собой так называемую «физическую абстракцию». То же самое относилось и к понятию «кванта энергии», «всплывшему» при изучении электромагнитных волн и распространённому на волновые процессы любой физической природы. К таким же понятиям относится и «корпускулярно-волновой дуализм», распространённый уже и на вещественную часть материи (что вызывало те же самые проблемы), и множество других понятий, которые прямо связаны с развитием феноменологии современной теоретической физики.

Например, в классическом представлении энергия определялась как способность тела совершить работу, то есть как потенция (характеристика) движения конкретного материального тела. В современном представлении эта «способность» совершать работу представляет собой уже «реальную» массу ($E = mc^2$), которая мыслится как некая самостоятельная сущность, обособленная от его окружения. По сути, это уже своеобразное «материальное тело», которое к тому же может самостоятельно изгибать пространство, как любое реальное материальное тело. Поясним это на конкретном примере, связанном с понятием «энергии». Если в классиче-

ской физике любой волновой процесс связан с переносом энергии, но не массы, то в современной физике электромагнитный волновой процесс (например, реликтовое излучение или свет, идущий от звёзд), обладая энергией, а потому некой «реальной» массой изгибает собой пространство точно так же, как любое другое космическое тело.

Отказу от физических моделей способствовало и то, что уравнения, составленные для строго определённых (конкретных) физических процессов, стали использовать для описания других процессов, обосновывая такую возможность соответствующими гипотезами о похожести «объединяемых» явлений. Например, уравнения, традиционно описывающие волновые процессы, стали применяться для выявления состояний движения материальных тел в пространстве. Так, открытие уравнения Шрёдингера последовало за предположением де Бройля, что не только свету, но и вообще любым телам (в том числе и любым микрочастицам) присущи волновые свойства. Данное обстоятельство послужило основанием для отказа от представления конкретной траектории движения материального тела. Стали говорить только о вероятном движении тела в пространстве (множестве возможных траекторий). Уравнение Шрёдингера предназначено для частиц без спина, движущихся со скоростями, много меньшими скорости света. В случае быстрых частиц и частиц со спином используются его обобщения (уравнение Клейна – Гордона, уравнение Паули, уравнение Дирака и др.).

В связи с этим в современной физике в качестве физических образов, фигурирующих в уравнениях, всё чаще стали использовать не непосредственные характеристики движения материальных тел (координаты, скорости, ускорения тел, измеренные в конкретной системе координат), а обобщённые, в качестве которых можно выбрать любые параметры с любой размерностью, с любым геометрическим смыслом (углы, площади, объёмы и т. д.). Такие независимые между собой параметры стали называть обобщёнными координатами. Они позволили точнее выявлять физические закономерности, сосредотачиваясь именно на форме уравнений, которые их отражают, и не привязываясь к лабораторным систе-

мам координат, в которых написание этих закономерностей может выглядеть достаточно сложно. В этом был их большой плюс, но данное обстоятельство сделало совершенно невозможным вырабатывать их физические модели. Вследствие этого понимание сути явлений свелось только к математическому анализу уравнений.

Особо следует отметить то, что в физике стали использовать способ получения нового знания, когда высказывались определённые предположения (гипотезы) об устройстве природы (называемые постулатами и отражающими собой наиболее общие законы природы), которые затем с помощью математического формализма развивались в теории. Данное обстоятельство позволяет дедуктивным путём прийти к строго определённым математическим теоремам, а сами теоремы трактовать уже как реальные законы природы. Таким образом, стали открываться законы природы, обнаруженные «на кончике пера» математика. Так были открыты законы релятивизма и гравитации, законы квантовой механики и теории элементарных частиц.

В связи с этим появилось убеждение, что при соответствующем выборе физических принципов (как математических аксиом), к которым будет применён весь арсенал математической логики, на «кончике пера» математика будут открыты все без исключения как известные, так ещё и не известные науке физические законы, которые определяют природу как таковую. Данное убеждение основано на прямой аналогии с идеями евклидовой аксиоматики, в которой дедукция открывает все известные и ещё неизвестные теоремы геометрии, а, по сути – все без какого-либо исключения геометрические свойства нашего мира.

Конечно же, такая простота познаваемости обустройства природы вызывает большие сомнения. С одной стороны поднимается вопрос (в теории познания): а отражает ли собой математическая логика (формализм) природную реальность? А с другой стороны, возможно ли найти такие общие законы природы, которые можно выразить в виде конкретных принципов, и каково их количество, чтобы с помощью математического формализма можно было бы вывести все теоремы (физические закономерности), которые отражают собой все свойства мира природы?

Но тем не менее, не имея ответов на эти вопросы, в современной физике наиболее популярным стало использование геометрических представлений (наиболее понятных физических представлений, основанных на успехе общей теории относительности) для описания физических сущностей (идеи «геометризации физики»), сформированных на понятии многомерности пространства. Многомерность пространства стали отождествлять с физическими характеристиками и свойствами материальных тел. Так, в теории струн используется 26 измерений, из которых пытаются вывести все свойства наблюдаемого мира вещественной материи.

Например, геометрической точке соответствуют 4 измерения: 3 пространственных и время. В механике Ньютона точка стала материальной, ей приписали массу. Это ещё одно измерение. Сама масса повлекла за собой добавку уже 13 измерений, связанных с движением точки: скорости (3), ускорения (3), импульса (3), момента импульса (3), энергии (1). С созданием квантовой механики у точки появился собственный механический момент (спин), а это ещё 3 измерения. В настоящее время в теоретической физике точка может нести на себе заряды любого известного поля (электрический заряд, магнитный, барионный и т. д.). А в теории элементарных частиц добавились: чётность, странность, красивость, цветовой заряд, слабый заряд и т. д. В связи с чем выбор между математическими моделями с целью нахождения одной конкретной, адекватно отображающей природные реалии, стал просто невозможен, поскольку таких теорий можно разработать неограниченное количество. В подобных условиях осталась возможность говорить только о вероятности соответствия любой математической модели наблюдаемой реальности, о вероятном знании природы, но не достоверном. При этом положительный результат измерения может быть выявлен только с использованием законов статистики, применённых к огромному количеству «одинаково поставленных» решающих экспериментов.

Необходимо особо отметить (это достаточно важное повторение уже изложенного выше), что в современной теоретической физике физические принципы, положенные в основание построения теории, рассматриваются в качестве наиболее общих законов при-

роды, которые, как ни трактуй, но сродни величайшим физическим открытиям науки. Но, несмотря на это, они стали умозрительно выдвигаться (угадываться) и утверждаться как некая физико-математическая аксиома, доказательство которой в принципе не обязательно. При этом они рассматривались уже не как гипотеза, не как предположительное знание о природе, которое требует своего логического обоснования и экспериментального подтверждения, а именно как реальный полноценный закон природы. Полагалось, что проверки должны подвергаться только теоремы (следствия) теорий, которые были построены на их основе, но не сами принципы. Если эксперимент удостоверял следствие, то принцип считался истинным, т. е. верно отражающим свойства природы.

Но правилен ли такой подход к поиску нового знания? С одной стороны, известно, что разные теории, даже альтернативные, приводят к одним и тем же результатам одного и того же эксперимента. А с другой стороны, любой эксперимент – это достаточно конкретный вопрос, поставленный природе, который очень ограничен начальными условиями его постановки. Если вопрос поставить иначе, может быть получен иной ответ. Не стоит забывать и о простом совпадении. Иными словами, даже множество экспериментов, опосредовано подтверждающих истинность постулата, рухнут в одночасье, если появится отрицательный результат решающего эксперимента. Поэтому нужны прямые опыты, подтверждающие истинность выдвигаемого постулата.

Например, принцип относительности своей формулировкой формально узаконивает отсутствие взаимодействия между материей и пустым пространством (доказательство от противного). А поскольку материя является реальностью, данной нам в ощущениях, то отсутствие взаимодействия с пространством формально делает пространство математическим, нематериальным объектом, поскольку материя с ним взаимодействовать не может. Иными словами, принцип относительности превращает реальное пространство в виртуальный образ, существующий только в воображении человека. А как быть с протяжённостью пространства, в которое погружен мир материи? Верен ли принцип?

Доказательство этого принципа как всеобщего закона природы никто и никогда не проводил (их просто нет). А вот выводы, сле-

ланные из развития этого положения в математическую теорию, считаются реальными, их можно проверить в экспериментах. Но тогда как быть с альтернативными теориями, из которых могут следовать те же самые выводы?

То же самое относится и к другим принципам, положенным в основание современных математических теорий теоретической физики. К ним относятся: принцип эквивалентности гравитационной и инерционной масс, принцип корпускулярно-волнового дуализма, принципы построения квантовой механики и т. п.

2.3. Сопоставление методов поиска нового знания.

К самодостаточности физической абстракции теоретическая физика как математическая дисциплина была готова, поскольку алгебраическим тождествам всё равно, что подразумевается (или стоит) за их символами. Трудности возникают с математическими моделями, в которых новые сущности должны использоваться, поскольку эти модели конкретны, как и их физические аналоги. Действительно, за любой математической моделью всегда стоял её конкретный физический аналог. Иными словами, любое уравнение всегда описывает какой-то вполне конкретный физический процесс, который является его физическим аналогом (физической моделью). По-другому в физике не бывает.

В первом приближении это означает, что в уравнение теплопроводности не впишешь символы электромагнитного поля, а в уравнение электромагнитной индукции – символы энтропии, поскольку слишком уж различны (несопоставимы) рассматриваемые физические явления. Но тем не менее такое стало практиковаться. Например, использование геометрических представлений в математических моделях теории гравитационного поля или ядерной физики элементарных частиц. Или одно и то же дифференциальное уравнение используется для описания волновых процессов любой физической природы. Хотя при этом понятно, что электромагнитные волны имеют свои специфические особенности, отличающие их как от волн Релея, так и от звуковых волн или волн на водной поверхности.

Использование новых понятий, о которых говорилось выше, сделало невозможным наглядное представление физических процессов с их участием, а, следовательно, получение адекватных им математических моделей. А поскольку уравнений (математических моделей) не так уж и много (так как все они были разработаны под строго определённые физические процессы), то стали использовать именно те из них, которые можно было обобщить под решаемую задачу. Например, физики-теоретики стали употреблять уравнения, в которых применяются широкие обобщения характеристик движения как отдельных материальных тел, так и тех, которые свойственны целым их ансамблям.

Так, при выводе уравнений состояния системы употребляется принцип наименьшего действия, или функция Гамильтона, которая представляет собой полную энергию системы (в классическом смысле – сумму кинетической и потенциальной энергий) и т. д. При таких обстоятельствах становится невозможным вообще понять, какая именно конкретная физическая модель стоит за использованной математической моделью, а тем более оценить её соответствие природной реальности. Этот недостаток теоретической физики очень существенен, поскольку отсутствие модели не позволяет использовать новое явление в технике.

Казалось бы, что наличие математической модели уже достаточно для технического использования нового знания (соответствует строго определённому физическому образу), но это получается далеко не всегда. Действительно, даже сами физические модели, которые предшествовали математической модели и служили основой для составления уравнений и которые легко было представить, бывают очень далеки от природной реальности. Например, гравитационное поле (силы притяжения материальных тел) стали отождествлять с «искривлённой» метрикой пространства. Здесь силы взаимодействия тел заменены метрикой пространства. Мысленно представить это можно, поскольку используются хорошо известные и легко воображаемые геометрические абстракции, но технически использовать данное представление нельзя, так как это всё же абстракции, а не природные реалии.

Точно так же поступают с изучением свойств других силовых полей (электрическим, магнитным, ядерными). Действительно,

если есть прецедент, то почему бы не попробовать сделать это ещё раз, создав математическую модель других полей, подобную геометрической модели гравитационного поля. Для этого достаточно представить их в виде добавочных измерений к уже существующим четырём (к 3-м пространственным измерениям и времени). Математика это позволяет. Так, для описания всех известных взаимодействий, а также сил инерции в самом «старом» – бозонном – варианте теории струн понадобилось «всего лишь» 26-мерное пространство-время (сейчас пытаются обойтись 11-мерным). Такая неопределённость с математическими моделями физических явлений ставит под сомнение сопоставимость математики с физической реальностью.

Перед реальной проверкой соответствия математической модели её природному аналогу (постановке эксперимента) должны быть решены две принципиально важные задачи. В первой из них должен быть получен ответ на вопрос, насколько вероятно (истинно) суждение о физическом принципе, который вкладывается в математическую модель в качестве аксиомы. А во второй задаче должен быть решён вопрос об адекватном отображении принципа средствами математики и соотношении математического формализма с природной действительностью. Иными словами, необходимо знать, насколько точно математика отображает действительность, чтобы можно было пользоваться математическими моделями в предсказании свойств реальных природных явлений.

Анализ тенденций развития физической науки в совершенствовании методов исследования природы, разработка которых относится к разделу теоретической физики, указывает на то, что в её арсенале есть два основных способа поиска нового знания. На современном этапе развития в теоретической физике используется только метод математической гипотезы.

Метод математической гипотезы базируется на глубокой вере физиков-теоретиков, что математика как она есть всей своей сутью отражает реальный мир природы. И с помощью её формализма можно предсказывать новые явления, свойства и закономерности материального мира природы. То есть делать открытия на «кончике пера», без опоры на представления о конкретных моделях вну-

тренних механизмов природных явлений, что только и свойственно методу аналогий.

В соответствии с бытующим мнением, с помощью математики делать физические открытия много проще, поскольку талант первооткрывателя свойств природы, который складывается из его профессиональных знаний, раскрепощённой интуиции, широты обобщения, использования всех видов аналогии в изобретении моделей и искусства ставить эксперименты, уступает своё место знанию математики, позволяющему применять математический формализм к изобретённым физическим принципам. Смысл данного утверждения состоит в том, что строгая дедуктивная логика математики будто бы уже содержит в себе все знания об обустройстве природы, поскольку все её выводы (теоремы) содержатся в её аксиоматике, взятой из наблюдений за природой (из опыта). Иными словами, безошибочные математические построения непременно ведут к открытию новых физических законов природы. Другим основанием этому положению служит глубокая вера в то, что математический формализм является общим для всех объектов математики, а, следовательно, его применение в физике будет законным вне зависимости от того, какая физическая реальность стоит за алгебраическими символами уравнения. А поскольку это так в математике, то он (формализм) общий и для всех природных явлений. Таким образом, теоретики полагают, что сам формализм как раз и есть тот самый «природный механизм», который переводит причины явлений в их следствия.

Тогда как метод аналогии зиждется на конкретных моделях механизмов природных явлений, которые индивидуальны для каждого из них. И строятся модели по методу аналогии, в основании которой лежат факты о свойствах природы и знания об уже изученных механизмах природных явлений. Естественно, что в физических моделях математика используется как подсобное средство с целью расчёта величин, которые характеризуют процессы, протекающие в явлениях. Иными словами, уже изученные свойства материальных тел, участвующих в явлении, составляют тот самый её внутренний механизм, который трансформирует их первоначальное (исходное) движение в результирующее (конечное) состояние.

И происходит это не мгновенно, а за конечные промежутки времени, то есть конкретное время протекания явления. Например, промежуток времени образования Солнечной системы или Галактики, как и протекания любой химической реакции (поскольку это тоже природное явление), есть всегда конкретная величина.

При этом необходимо отметить одну особенность, которая указывает на явную нестыковку математического формализма с реальностью. В нём перевод, или трансформация, причин в следствия происходит мгновенно, поскольку в формулах между причиной (правая часть тождества) и следствием (левая её часть) нет промежутка времени (т.е. это не время движения пера математика, выводящего символы).

Наглядное различие между методами поиска нового знания, обозначенными выше, можно показать и на следующем примере. Так, в специальной теории относительности (созданной с помощью метода математической гипотезы) бесполезно искать как механизмы явлений, так и время трансформации, связанных с изменением, например, линейных размеров материальных объектов, которые зависят от скорости их движения. В этой математической теории всё довольно просто: каждому значению скорости соответствует свой линейный размер объекта. Ни больше и не меньше. Тогда как метод аналогии специально призван объяснить именно механизм этих трансформаций реального тела (как физического явления), то есть то, как именно этот процесс происходит и в течение какого промежутка времени.

2.4. Выводы

Из представленного выше сопоставления способов получения (выработки) нового физического знания следует высокая эффективность способа, основанного на методе аналогии, в сравнении со способом математической гипотезы. Понимание сути явлений делает возможной как привязку нового знания о природе к понятийному аппарату предшествующих сведений, так и их уточнение и дальнейшее развитие с потенциалом расширения или выработкой новых понятий. Такой рекурсивный способ исследования приро-

ды позволяет «маленькими шажками» идти к истинному знанию свойств природы и ясному пониманию её обустройства.

Данный способ много лучше неосмысленного «перетасовывания» формул с новыми алгебраическими значками и упования на то, что угаданный новый физический принцип может как-то соответствовать природным реалиям. А всё это вместе взятое, творимое без ясного осмысления каждого действия, будто бы может каким-то непонятно-чудесным образом приоткрыть занавес над тайнами природы. Нет, таким способом в любом деле многого не добиться. Для успеха нужно ясное понимание сложившейся ситуации, дающее осознанный выбор средств его достижения.

При этом необходимо отметить, что оборотной стороной способа математической гипотезы явилось то, что математика взяла на себя роль интуиции физика и его озарения, которые приводят к открытию, и тем самым как бы заменила собой творческий процесс поиска нового знания тривиальным умением использования математических законов. Знание математики для тех, кто их освоил, тем самым как бы открывало беспредельные возможности постижения всех физических тайн природы. Свойства природы, её явления и закономерности теперь были уже не тайнами за «семью печатями», к которым не так-то просто было подобраться физической науке, а становились банальными математическими теоремами, и, чтобы открыть их все до единой, необходимо было только время и усидчивость математика (или соответствующая программа для вычислительной машины)!

В связи с этим эффективность метода математической гипотезы при «исследовании природы» представлялась беспредельно высокой в сравнении с прежним методом аналогии. По этому поводу, говоря о математическом развитии физики, А. Эйнштейн как-то шутливо выразился, что «...существует поразительная возможность овладеть предметом математически, не поняв существа дела». Тогда как природу надо не только описывать, создавая картотеку феноменов, но и понимать!

В данной работе изложены пути подхода к решению проблемы соотношения математики с физической реальностью и как следствие из полученного сопоставления показана перспективность

метода аналогии в сравнении с методом математической гипотезы. Такая последовательность изложения материала позволяет понять низкую эффективность работы физической науки на современном этапе её развития, а также оценить конкретные предложения по повышению производительности теоретической физики в поиске нового знания. Данный вывод представлен в заводских терминах (эффективность и производительность физики), поскольку касается именно характеристики работы науки как одной из отраслей общественного производства, создающего (вырабатывающего) продукцию в виде нового знания о природе. Физическая наука представлена как общественное производство нового знания, от количества и качества которого прямо зависит благополучие жизни людей на нашей планете.

В качестве наглядного примера эффективности метода аналогии в книге рассмотрены основания релятивизма, а также самые яркие примеры использования принципа относительности: специальная и общая теории относительности. Указанные теории, по мнению большинства представителей физической науки, являются собой высшие достижения теоретической физики за последние 100 лет её развития. Более того, они образуют структуру парадигмы современного научного мировоззрения.

Тогда как с позиции метода аналогии, принцип относительности (как основа всего релятивизма) ущербен тем, что запрещает пустому космическому пространству иметь какие-либо физические свойства. Иными словами, реально наблюдаемое космическое пространство, в котором сосредоточены мириады светящихся звёзд, свет от которых добирается до нас (наблюдателей) миллионы, а то и миллиарды лет, как бы не существует в действительности как обособленный, самодостаточный объект природы. И его будто бы необходимо представлять математической «пустотой» некоего вселенского сосуда, в котором находится (расположена) вся существующая космическая материя. Согласовать наблюдаемую реальность Вселенной с постулируемым представлением «пустоты сосуда» логически невозможно без ответа на вопрос: а относительно чего перемещается свет, находясь в пути миллиарды лет?! Действительно, движение материальных тел всегда относительно.

Движения как такового, существующего само по себе, просто не бывает. Следовательно, пространство должно иметь структуру, которая обеспечивала бы его протяжённость. И это утверждение тем более верно, поскольку пространство трёхмерно. Это обстоятельство является одной из причин, что специальную теорию относительности в этом смысле понимают только единицы избранных физиков.

Другим следствием принципа относительности является положение, что любые материальные тела не могут взаимодействовать с пустым космическим пространством. Это положение можно совместить с наблюдаемой реальностью утверждением, что протяжённость пространства обеспечивается её некими виртуальными физическими свойствами. «Виртуальность свойств» понимается в том смысле, что физические свойства у пространства всё же есть, но они таковы, что их невозможно обнаружить в прямом эксперименте. Заметим, что современное представление теоретической физики о понятии «виртуальный объект» подразумевает под ним наличие в природе некоего материального тела, участвующего в конкретных физических явлениях, но который принципиально нельзя обнаружить в опытах.

С одной стороны, «виртуальность» может интерпретироваться как свидетельство существования более глубоких уровней реальности, находящихся между собой в тесном единстве. Как глубинную способность «невидимого» влиять на «видимое». В этом смысле физическая или квантовая виртуальность – это нижний уровень, наиболее приближенный к материальной реальности.

Но с другой стороны, виртуальные объекты могут не существовать в реальности и являться математической абстракцией, призванной объяснить некоторые особенности физических явлений или взаимодействий. Виртуальный объект понимается как выполняющий функции чего-то такого, чем на самом деле не является; при этом с точки зрения наблюдателя от этого «чего-то» он не отличается (от англ. virtual – похожий, неотличимый). В этом смысле виртуальность реальна, поскольку актуальна в явлении, но не субстанциональна (материальна). Например, в электродинамике – это положение о виртуальных фотонах, обеспечивающих электроди-

намические силы в электрических моторах, но которые принципиально нельзя наблюдать.

Если даже принять, что некие физические свойства у пространства всё же есть, то положения принципа относительности жёстко уточняют этот случай: силовое взаимодействие материальных тел с этой физической сущностью пространства полностью исключено (принципиально невозможно).

Данное (второе) положение вызывает особое неприятие, поскольку лишает человечество многих практических возможностей. Например, лишает перспективы перемещения в пустом космическом пространстве путём взаимодействия с ним, то есть неракетным способом передвижения в космосе. Актуальность (злободневность) проблемы перемещения в космической пустоте связана с низкой эффективностью ракетного способа, требующего наличия рабочего тела. Это обстоятельство делает невозможным даже освоение ближайших планет Солнечной системы, не говоря о галактических экспедициях.

В неракетном способе перемещения в пространстве обнаруживается и другая перспектива, имеющая огромное народнохозяйственное значение, связанное с возможностью получать электрическую энергию путём торможения материальных тел относительно физического пространства. Действительно, любой электрический движитель может превращать подводимую электрическую энергию в кинетическую энергию движения объекта. И он же, включённый в режим рекуперации, может превращать кинетическую энергию движения в энергию электрического тока. А поскольку все материальные тела во Вселенной находятся в движении, то кинетической энергии бесконечно много и к тому же она есть в любом уголке Вселенной, куда доберётся человек. Притормаживая нашу планету, можно в изобилии получать электроэнергию — причём в течение миллиардов лет — без видимых последствий для динамики движения планет Солнечной системы.

Изучение физических свойств пространства и, в частности, особенностей образования и распространения волновых процессов в нём, позволило бы надеяться, что наряду с электромагнитными процессами в нем (пространстве) существуют и другие типы волн,

скорость распространения которых могла бы быть выше скорости света. Действительно, электромагнитные волны (свет) представляют собой никудашнее средство для галактической связи (свет пересекает нашу Галактику за 100 000 лет), не говоря о возможном контакте с цивилизациями других галактик. Например, с ближайшей к нам галактикой – Туманностью Андромеды – расстояние до которой свет преодолевает более чем за 2 миллиона лет. Только поэтому попытки земной цивилизации вступить в контакт с внеземным разумом обречены на провал, поскольку другие цивилизации используют иные средства связи, а не архаические тихходные электромагнитные волны.

Таким образом, инженеры нашей планеты даже не могли и предполагать (не догадывались), что самые перспективные пути развития космических технологий перекрыла небольшая теоретическая работа патентного служащего, которая по своей сути является ничем иным, как тривиальным решением математической задачи нахождения уравнений преобразования переменных при переходе из одной системы координат в другую при условии сохранения формы записи законов физики в обеих системах отсчёта. Напомним, что ковариантность уравнений законов физики в разных системах отсчёта есть математический аналог принципа относительности.

Об этом и многом другом, связанном с особенностями генезиса физического знания, будет изложено в этой книге.

3. Методологический кризис современной теоретической физики

3.1. Физика и математика

В этом обзоре нельзя без внимания оставить вопрос о соотношении между математикой и природными реалиями. В современной физической науке математика и теоретическая физика переплелись в единое целое. Но это произошло без ответа на вопрос, а могут ли толковаться математические понятия и утверждения как отражение свойств объектов и процессов реального мира? Ответ на этот вопрос скорее уже риторический, он сильно запоздал,

поскольку симбиоз математики и физики уже явил собой некий фантом гиганта – современную теоретическую физику. Гигант должен был приносить в сокровищницу физической науки новые знания об устройстве природы, но, к большому сожалению, так и не оправдал возложенных на него надежд. Но тем не менее ответ нужен, поскольку надо точно знать, почему так всё произошло. Действительно, ещё очень многие физики-теоретики связывают с этим фантомом свои надежды, соединяя его с некими будущими грандиозными успехами физической науки.

Экскурс в историю физической науки выявляет три потенциально допустимых ответа на возможное решение поднятой проблемы.

1. Математические понятия и утверждения являются прямым отражением (своеобразным отпечатком) свойств объектов и процессов реального мира природы. При таком решении проблемы хорошо осознаётся то обстоятельство, что развитие математики (постоянное пополнение её копилки новыми математическими знаниями и даже целыми новыми разделами) делается не посредством изучения реального мира природы (поскольку этим занимается физическая наука), а совершается в результате процессов, происходящих внутри неё самой, которые инициируются самими математиками (носителями этой науки). То есть это не что иное, как мыслительный (метальный) способ получения нового математического знания. Но при этом молчаливо подразумевается, что развитие математики идёт по каким-то «особым законам» (которые ещё предстоит открыть), то есть происходит это таким образом, что новые математические знания всё же отражают собой реальный мир природы. Изложенная выше гипотеза позволяет надеяться, что утверждение об отражении природной действительности средствами математики всё же имеет под собой какое-то основание.

Необходимо отметить, что в процессе поиска нового знания происходит предугадывание структуры отражаемого в сознании человека мира природы, его явлений и закономерностей, что является характерной чертой процесса познания не только внешнего по отношению к субъекту реального мира, но и при исследовании математической реальности. Разница лишь в том, что объективная физическая реальность существует сама по себе, а в процессе

познания предугадывается схема, моделирующая эту реальность. Тогда как математическая реальность заранее не существует, поскольку она создаётся человеческим разумом. Это дело будущего. Конечно же, этот процесс не может быть абсолютно независимым от реальной действительности. Он направляется и регулируется такими факторами, как прошлый опыт и необходимость в нём естественных наук, требование разумности, целесообразности и непротиворечивости создаваемых конструкций. Но сами создаваемые конструкции в большинстве случаев не имеют непосредственных прообразов в реальном мире, а являются результатом творческой деятельности разума человека. Примерами таких абстрактных построений могут служить бесконечные множества, всевозможные трансфинитные объекты, четырёхмерные и даже бесконечномерные пространства и тому подобное. Так что здесь не всё так просто!

2. Математику можно трактовать как продукт совершенно «свободного» творчества человека (субъекта), то есть искусственным объектом – изобретением. По определению, изобретением считается такой объект, наличия которого в природе нет. Иными словами, математику можно сопоставить, например, с шахматами, то есть с изобретением очень сложной, но интересной игры, выдуманной человеком. Такая аналогия вполне допустима, поскольку математика, как и шахматы, имеет свои объекты приложения (в шахматах – это особая доска с разными фигурками, расположенными на ней) и математический формализм (у шахмат – это правила игры). Заметим, что правила игры в шахматы можно изменять и ещё нет доказательств, что используемые сейчас правила являются самыми лучшими (интересными для игроков) из всех потенциально возможных правил этой игры. При этом особо отметим, что природа как таковая таких объектов, как шахматы, сама не создаёт (это искусственный объект), следовательно, и математику возможно считать подобным объектом, изобретением изощрённого разума человека.

3. Наконец, можно относить математику к миру «идей», имеющих самостоятельное существование в каком-то особом мире виртуальных объектов, независимом от мира реальных вещей.

Свойства этого мира «идей» человек открывает для себя так же, как в реальном мире природы он выявляет законы движения материальных тел и их свойства. Иными словами, этот мир «идей» предстаёт перед человеком как самодостаточное «нечто», существующее самостоятельно и обособленно как от природы, так и от субъекта, но наличествующее (отражённое) в его сознании. Человек открывает особенности мира «идей» в процессе его изучения, а не выдумывает (изобретает) его, как шахматы.

Все попытки философов и математиков решить эту проблему оказались неоднозначными, и она ещё пока достаточно далека от полного своего разрешения. Но тем не менее современная теоретическая физика базируется именно на положительном её решении, то есть на том, что понятия и законы математики являются копиями (отражениями) действительности, полученными в процессе абстрагирования от реальных вещей, их свойств и отношений между ними. Ведущие физики-теоретики современности активно отстаивают правомерность этой спорной позиции, положенной в основание методологии современной теоретической физики, в метод поиска нового знания об устройстве природы [3 и 4].

3.2. Немного из истории становления теоретической физики

Обращаясь к древности, к эпохе классической Греции или даже к средневековью, приходится констатировать, что в те времена теоретическая физика как наука, описывающая устройство природы, изображала её так, как она представлялась мыслителю в его воображении. Свою модель мира он так или иначе обосновывал выводами из собственных наблюдений.

В качестве подтверждения сделанному утверждению естественнее всего сослаться на «Метафизику» Аристотеля, в которой он развивает учение о причинах и первоначалах всего сущего. К первоначалам многообразия вещей, существующих объективно, Аристотель относит материю, которая вечна, несотворима и неуничтожима. Материя не может возникнуть из ничего, увеличить-

ся или уменьшиться в своём количестве. Она инертна, пассивна и выражена в виде пяти первоэлементов (стихий): воздуха, воды, земли, огня и эфира (небесная субстанция).

Математика этого времени, казалось бы, не имела к физике никакого прямого отношения и развивалась самостоятельно, в основном эмпирически (на первых этапах) в виде геометрии и науки о числах. Более подробно история развития математики и физики и их взаимоотношениях между собой в те времена изложены в труде А.В. Ахутина [5].

Но с конца 16-го и начала 17-го веков в отношениях физики и математики наступили значительные перемены. Физика становится экспериментальной наукой, она отходит от созерцания природы и от обобщающих заключений о её свойствах и переходит к опытам, направленным на непосредственное изучение её устройства. Основателем экспериментальной физики считается Галилео Галилей, итальянский механик, астроном и математик. Своими экспериментами он убедительно опроверг умозрительную метафизику Аристотеля и заложил фундамент классической механики.

Это было время, когда физика окончательно разделилась на теоретическую и экспериментальную. Теперь учёный не только в натурном наблюдении и обобщении выявляет свойства материальных тел и закономерности протекания природных явлений, но и делает это в прямых опытах. А для их осуществления он придумывает модели явлений, то есть изобретает скрытый от непосредственного наблюдения внутренний механизм явления, который только и может переводить причину явления в его следствие. В это время математика в полной мере используется в физике только для расчётов физических процессов в моделях явлений и не более того [3].

Заметим, что эти две области научных знаний (математика и физика) развивались самостоятельно, независимо друг от друга. У каждой из них был как свой предмет изучения, так и методы его исследования. На этом этапе их развития полагалось, что вырабатываемые ими новые знания не пересекаются друг с другом и относятся к разным свойствам устройства природы, единой для них обоих.

При этом утверждалось, что физика – это область науки, которая изучает материальную (физическую) сущность природы, проявляющую себя в виде естественных природных явлений и свойств материальных тел. Она должна обнаруживать в явлениях наиболее общие, фундаментальные закономерности, определять структуру явлений и те свойства материальных тел, которые значимы для их реализации. А также условия и особенности протекания самих физических процессов как результат взаимодействия тел, участвующих в этих явлениях («механизмы» их действия).

Математику же мыслили как науку о структурах отношений, их построении и порядке, которая исторически сложилась на основе операций измерения, подсчёта и описания форм реальных объектов независимо от их внутреннего содержания. При этом предполагали, что математические объекты создаются путём идеализации свойств реальных материальных тел или посредством выработки сугубо умозрительных, ментальных образов (свойства которых были сформированы в виде аксиом как результат логических построений, расширяющих свойства реальных объектов или их антиподов и параллелей) и записи этих свойств на формальном языке.

Однако именно абстрагирование от реальных объектов, ввод в состав математических объектов отвлечённых умозрительных образов, возникших в результате использования общих математических правил ко всем её объектам в целом, указывали на специфичный предмет изучения математики, который может и не существовать в самой природе. Например – на использование отрицательных, мнимых или гиперкомплексных чисел, необходимость наличия которых в математике можно объяснить на основании внутренних законов её построения, но в тоже время эти числа невозможно сопоставить с какими-либо реально наблюдаемыми вещами, как это свойственно натуральным числам (естественные числа). Натуральные числа возникают естественным образом при счёте (как в смысле перечисления, так и исчисления), и их свойства демонстрируемы.

Тогда как, например, натуральная демонстрация мнимого числа и его свойств невозможна. Эти объекты математики виртуальны, существуют только в сознании человека. Или другой пример, взя-

тый из области современной математики: тензорное исчисление связано с чисто умозрительной (возможной) неевклидовой геометрией, его наличие также можно математически обосновать, но нельзя отождествить с конкретно наблюдаемой реальностью. Как и многомерность пространств, являющихся развитием этого раздела математики.

Более того, в современной теоретической физике, претендующей на описание «картины мира» даже количество измерений, необходимых для отображения Вселенной, окончательно не определено. Современная теория струн (суперструн), например, требует наличия 11-и измерений в рамках М-теории (в первоначальной теории их было 26). Предполагается, что дополнительные (ненаблюдаемые) измерения свёрнуты (компактифицированы) до планковских размеров, так что экспериментально они даже в принципе не могут быть обнаружены. Ожидается тем не менее, что эти измерения каким-то образом всё же проявляют себя в макроскопическом масштабе. Но это только предположения, математические догадки, а не реальность.

Такие объекты математики, как и разработанный формализм правил пользования ими, есть чисто виртуальные образы «мира чистых идей». Всё приведённое выше указывает на несопоставимость многих объектов математики с реальными объектами природы, с которыми только и имеет дело физика.

Вне зависимости от содержания сделанной выше ремарки вернёмся к нашему экскурсу в историю взаимоотношений математики и физики. Поворотным пунктом в отходе от отношений обособленного развития между физикой и математикой стали работы Исаака Ньютона –английского физика, математика и астронома, которые накрепко связали между собой теоретическую физику и математику. Ньютон является автором фундаментального труда под названием: «Математические начала натуральной философии». В нём он не только изложил закон всемирного тяготения и три закона механики (ставшие основой классической механики), но и разработал дифференциальное и интегральное исчисление как специфические математические приёмы теоретического исследования механического движения тел.

В математике были сформулированы правила, которые прямо отображали собой движение материальных тел. К тому же новый раздел математики стал использоваться не только как эффективный анализ функциональных зависимостей выявленных природных закономерностей (записанных в алгебраическом виде), но и как специфический метод поиска нового знания о природе. С помощью интегрально-дифференциального исчисления математика смело (не двусмысленно) вошла в физику, имея свою наглядную модель используемого ею формализма, и прочно закрепились в ней.

С этого момента математика широко используется в физике, предоставляя ей свой формализм, с помощью которого физические законы могут быть не только точно сформулированы в виде алгебраических тождеств (функциональных зависимостей), но и проанализированы на наличие в них особенностей. Более того, математический формализм позволяет предугадывать в природе новые закономерности, причём их предполагаемое наличие выявляется без использования эксперимента и обобщения натурных наблюдений.

Действительно, каждое алгебраическое тождество отражает собой какое-то одно конкретное свойство, которое присуще каждому из тел, стоящих за её алгебраическими символами. Например, закон всемирного тяготения указывает на свойство материальных тел (их масс) образовывать силы взаимного притяжения, которые действуют даже при наличии расстояния между ними. Алгебраическая запись закона хорошо известна всем ещё со школьной скамьи.

$$F_{1,2} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1)$$

Любая алгебраическая или иная математическая операция (действие, соответствующее логике математики) с таким тождеством, приводящая к изменению его вида, формально будет означать трансформацию известного свойства в иное свойство этих же самых тел, соответствующих уже этому новому тождеству. При этом заметим, что этого нового свойства может и не быть у тел, стоящих за теми же самыми символами, что и в предшествующем ему

тождестве. Установить этот факт можно только с помощью эксперимента. Например, если уравнение (1) разрешить относительно расстояния между телами (r), представив его в виде уравнения (2), то новое тождество формально будет описывать уже свойства пространства (его метрику).

$$r_{1,2} = \sqrt{\gamma \frac{m_1 m_2}{F_{1,2}}} \quad (2)$$

Это прямо следует из математического формализма, так как метрическим пространством называется множество, в котором дан закон определения расстояния между любой парой его элементов (прямая аналогия с общей теорией относительности).

При этом заметим, что (в соответствии с используемой выше логикой) сама математическая операция, изменившая форму тождества, представляет собой наложение (добавление) нового свойства (соответствующего этой операции) к тому свойству, которое ранее отображалось этим тождеством. Формально, операцию, трансформирующую вид тождества, можно отождествить с каким-то «механизмом», заложенным в математический формализм, требующий его специального изучения. Таким образом, новое тождество – это уже новое свойство у тел, стоящих за её символами как результат использования этой операции. Иными словами, если согласно первому тождеству масса тел имела свойство образовывать (генерировать) силы взаимного притяжения, то второе тождество указывает на её способность генерировать (образовывать) вокруг себя пространство определённой метрики.

Это обстоятельство относится ко всем математическим операциям, которые совершает математик как в поиске решения уравнения, так и в разыскивании нового вида соотношения между физическими величинами, то есть в построении нового тождества. А по сути, это делается в предположении о возможности нахождения новых свойств у материальных тел с помощью только математического формализма (этакой своеобразной математической «эвристики»), а не посредством интуитивного предугадывания «внутренних механизмов явлений» на основе метода аналогий, переводящих их причины в следствия. При этом повторимся, что

специально поставленными опытами нового свойства у реальных тел можно и не обнаружить. Это обстоятельство является одной из причин всегда чинить (устраивать) экспериментальную проверку каждой математической теории, претендующей на отражение физической реальности. Если проверку (верификацию) теория не выдерживает, то о ней просто забывают.

Очень важно и другое обстоятельство. За последнее столетие физика в своём развитии столкнулась ещё с одной проблемой — с отсутствием возможности наглядного представления объектов своего исследования. В классической механике всё было наглядно и ясно представимо: материальные тела, их свойства, формы движения и их причины. Это позволяло перенести её закономерности и описание механизмов явлений в другие разделы физики, например, в молекулярно-кинетическую теорию тепла — термодинамику, и увязывать между собой эти разделы физической науки. В теории же электромагнитного поля этого сделать было уже невозможно. И только потому, что реальность, которая отождествляется с понятием поля, обладает необычными физическими свойствами, которых нет у предметов человеческого обихода (обычных материальных тел).

Во-первых, эти поля невидимы и неосязаемы. Для их обнаружения нужны специальные приспособления (приборы). Во-вторых, свойства этих полей таковы, что невозможно провести прямую аналогию со свойствами известных веществ. Например, если напряжённости электрического и магнитного полей постараться вообразить (представить) наподобие деформации материального тела (изогнутого упругого стержня) или сжатого газа, то есть так, как это делалось в механике, в которой силы действуют вдоль направления деформации, то в магнитном поле, как показывает опыт, на неподвижную заряженную частицу поле вообще не действует. А вот на движущуюся заряженную частицу силы уже действуют, но тоже избирательно. При движении частицы вдоль линий напряжённости поля силы не возникают, а вот в направлении движения поперёк поля силы уже есть. И даже в этом случае силы направлены перпендикулярно силовым линиям поля. На незаряженную частицу силы вообще не действуют, движется она или

нет. При попытке создания механизма, отображающего эти свойства магнитного поля, воображение отказывает.

Или ещё пример. В механике любая волна (сжатия, кручения, изгиба, смещения, на поверхности раздела двух сред и т. д.) переносит энергию, но не импульс (суммарная величина импульса за период колебаний равна нулю). Однако электромагнитная волна несёт на себе не только энергию, но и импульс (это следует из математического анализа уравнений Максвелла). Причём энергия волны квантована (равна сумме её квантов). А энергия каждого кванта прямо пропорциональна его частоте. Это обстоятельство так же выходит за пределы существующего воображения современного человека. И таких фактов-феноменов с каждым годом в физике становилось всё больше и больше.

Математика была готова к такому стечению обстоятельств, поскольку её символам можно приписать любое свойство тел. Тогда как физика спасовала перед этим фактом, и её носители (физики-теоретики и экспериментаторы) согласились с тем, что наглядность в физике является атавизмом, доставшимся от старой науки (классической физики). Открытия новых объектов в физике, выявление их свойств теперь стали восприниматься как данность, без каких-либо попыток увязать их с теми объектами реального мира, которые были исследованы ранее. Связь между старым знанием (классическим) и новым (электродинамикой, квантовой и ядерной физикой и т. д.) прервалась. Хотя при обобщениях физики не переставали твердить, что природа едина на всех структурных уровнях организации материи (поскольку у материи должна быть единая основа). А искусственно делит её только наука: например, на классическую механику и релятивизм, классическую теорию электромагнетизма и квантовую электродинамику и т. д.

Это обстоятельство привело к тому, что моделей явлений, которые объясняли бы не только свойства участвующих в них тел, но их взаимообусловленность, не стало. Новые свойства, которые обнаруживали у одних и тех же физических объектов, перестали быть связаны единой основой, то есть это как бы синкретический набор невязаных свойств. Например, основные характеристики электрона – масса, электрический заряд, спин, магнитный момент,

участие во всех видах силовых взаимодействий, обладание особыми свойствами в составе атомов и т. д. Ни одно из этих свойств не вытекает из другого его свойства, хотя они представляют собой свойства одного и того же объекта природы. Такой феномен не присущ классической физике, в которой свойства и характеристики одного и того же объекта увязаны между собой одной основой. И это обстоятельство позволяло предсказывать новые свойства у известных объектов.

Эта невзаимообусловленность свойств объектов современной физики, а по сути, непредсказуемость их открытия у объектов привели к тому, что новые свойства материальных тел стали просто угадывать, используя при этом любое правдоподобное обобщение. Тем более что «жернова» математического феноменализма перемалывают всё, что под них попадёт. Тогда как специально поставленный эксперимент по выявлению их реальности осуществлять становилось всё труднее технически и дороже материально.

Например, бюджет проекта Большого адронного коллайдера (БАК) составляет 10 миллиардов долларов США. В строительстве и исследованиях участвовали и участвуют более 10 тыс. учёных и инженеров из более чем 100 стран. С его помощью исследователи пытаются открыть «частицу Бога» – так назвали бозон Хиггса, который, согласно теории, наделяет массой вещество во Вселенной, т. е. все другие частицы. И именно его не хватает для окончательного торжества Стандартной модели – наиболее популярной на сегодня математической теории мироздания. На момент написания данной книги результат этого грандиозного эксперимента пока ещё точно не известен.

Так что не всегда удаётся выяснить, в какой степени теоремы математической теории близки к реальности. Но тем не менее приходится констатировать, что любое предположение о свойствах реального мира природы, взятое из обобщения натуральных наблюдений природных явлений (естественных или искусственных) или вытекающее из аналогичных обобщений математических теорий, можно развить с помощью средств математики в математическую теорию. При этом выводы теории (её теоремы) принято считать реальными свойствами материи, которые необходимо найти в экс-

перименте. И это логично, поскольку только сама природа может дать ответ на вопрос, а так ли она устроена.

Но зачастую полагают (и на этом даже настаивают некоторые видные физики-теоретики), что эксперимент можно и вовсе не ставить, лишь бы вывод новой теоремы был корректен. В этом мнении критерием истины является уже не результат эксперимента, как ответ природы на вопрос, ей заданный, а логическая безупречность самого математического доказательства, непротиворечивость вывода принятой аксиоматической базы и точность (безошибочность) исполнения математических правил используемого формализма.

Однако и в том, и другом случае забывают, что математическая модель, используемая при выводе новых свойств материальных тел, может не совпадать с реальным механизмом явления. Основой данного утверждения является то, что любое реальное природное явление происходит (протекает) по своим законам взаимодействия материальных тел, которые в нём участвуют, причём изменение состояния тел происходит за конечный промежуток времени. А всё это указывает на вполне определённый процесс протекания явления, который и называется его «механизмом».

При этом напомним, что в методе математической гипотезы конечный результат вычислений, или математический вывод (теорема), берётся как данность, без какой-либо физической интерпретации его получения (математический феноменализм). Именно результат вычислений (теорему) ищут в эксперименте. Если в каком-то приближении эксперимент совпадает с вычислениями, то говорят о соответствующей степени правильности отображения реальности данной математической теорией, хотя даже и не подозревают об истинном положении дел, то есть о том, как это на самом деле происходит в природе.

Появилось мнение, что природа не обязана быть нам понятной, а поэтому физика должна описывать явления, а не объяснять их. Появилась физика математических и физических феноменов, которые стыкуются (согласовываются) друг с другом не логикой моделей явлений, а статистикой, то есть вероятностью соответствия выведенного уравнения с результатом эксперимента.

К сожалению, в последнее время этот тезис стал доминирующим в познании природы, сводящим поиск нового знания к отыс-

киванию только подходящей аксиоматики с соответствующим математическим формализмом. При этом теории, полученные «жонглированием» символами и оторванные от глубинной понятийной базы, обречены на своё дедуктивное развитие (с помощью автоматического использования математического формализма) без малейшего намерения найти суть природного явления (смысл применённого формализма), обосновать и объяснить выведенные теоремы (математические феномены). Только поэтому удивительные физические эффекты, открытые на кончике пера физика-теоретика (по сути, математика), так и остаются не понятыми (без наглядного представления механизма природного явления, т.е. его сути).

Так появился на свет способ поиска нового физического знания – метод математической гипотезы (математический феноменализм). Суть его состоит в том, что вначале высказывается чисто физическое предположение о свойствах материи (физический постулат), из которого с помощью математики могут быть получены чисто дедуктивные выводы (теоремы), которые могут быть подтверждены экспериментом. Так создаются современные физические теории. Например, за постулат можно взять утверждение, что материя никоим образом не может взаимодействовать с пространством, в котором она располагается и движется. И если описать все возможные последствия (следствия) этого предположения – причём не умозрительно, а с помощью строгих правил математического формализма – то результат математических построений представляет собой не что иное, как математическую теорию. Теоремы (выводы) математических построений следует считать или новыми свойствами материальных тел, или новыми законами природы, открытыми на кончике пера исследователя. Именно такие теоремы (теоретический вывод или следствие вычислений) следует экспериментально подтвердить, а если сделать это принципиально нельзя, то принять как данность. Всё это действие, во всей своей совокупности, и является методом математической гипотезы.

Специальная теория относительности создана именно таким способом, в её основании лежит указанный выше постулат. Данный постулат, названный принципом относительности, содержит

одно единственное физическое утверждение, которое впервые было сформулировано Галилеем и расширено Эйнштейном на все природные явления, лежащие в основании всей релятивистской физики. Оно гласит, что любые явления природы одинаковым образом протекают во всех инерциальных системах отсчёта. То есть в системах, которые движутся друг относительно друга с самыми различными скоростями. Иными словами, свойства материальных тел не зависят от относительной скорости их движения в пустом пространстве (поскольку явления остаются неизменными). А прямым следствием этого утверждения является то, что такая ситуация возможна только в случае, когда материя вообще не взаимодействует с пустым пространством. А поскольку объективность мира человек оценивает по реальности материи, то тот объект, с которым материя не может взаимодействовать, нематериален (не обладает свойствами материи в самом широком смысле этого слова, в которое включено и понятие физического поля). Следовательно, пустое пространство не реально, оно соответствует понятиям математического образа, математической абстракции. То, с чем принципиально нельзя взаимодействовать, для человека не существует. Это выводы, которые логически следуют из принципа относительности. Заметим, что данный постулат как один из самых общих законов природы никогда и никем не проверялся ни теоретически, ни экспериментально. Об этом ниже будет изложено более подробно.

Для создания математической теории можно взять любое другое физическое утверждение – например, что действие сил инерции и сил тяготения на все материальные тела, находящиеся в некоторой системе отсчёта, аналогичны (или похожи тем, что все тела системы под действием любой из этих сил испытывают одинаковое по величине ускорение). Это принцип эквивалентности гравитационной и инерционной масс тел. С помощью специальных разделов математики это утверждение было развито в общую теорию относительности.

Обобщая вышеизложенное, необходимо отметить, что в современной теоретической физике математические модели (теории), подобные описанным выше, не идентичны, и общим у них являет-

ся то, что они чаще всего формулируются в виде системы аксиом, что привело в 20-м веке к появлению новых разделов физики, таких как квантовая механика, квантовая теория поля, квантовая статистическая физика, теория элементарных частиц и т. д. (А. Пуанкаре, Д. Гильберт, П. Дирак, А. Эйнштейн, Н. Н. Боголюбов, В. А. Фок, Э. Шрёдингер, Г. Вейль, Р. Фейнман, Дж. фон Нейман, В. Гейзенберг).

Для изучения физико-математических явлений этих разделов физики значительно расширяется множество используемых математических средств. Наряду с традиционными областями математики в них стали широко применяться её сугубо специальные разделы: теория операторов, теория обобщённых функций, теория функций многих комплексных переменных, топологические и алгебраические методы, теория чисел, p -адический анализ, асимптотические и вычислительные методы и др. В них идеализированные свойства исследуемых объектов физики либо формулируются в виде аксиом, либо перечисляются в определении соответствующих математических объектов. Затем по строгим правилам математического формализма из этих свойств выводятся другие свойства объектов (по сути математические теоремы). Такие теории в совокупности образуют математическую модель исследуемого объекта, где, первоначально исходя из правдоподобных аксиом (принципов), которые могут иметь место в реальной природе, а могут и не иметь, математика получает более абстрактные соотношения, найти которые в природе есть задача экспериментальной физики. Но правильно ли это?!

Иными словами, допускалось, что угадывание некоторых особенностей устройства природы (неких общих физических принципов), оформленных в виде математических аксиом (к которым только и можно применить математический формализм), позволяет дедуктивным путём прийти к строго определённым математическим теоремам, а сами теоремы трактовать уже как реальные законы природы. То есть законы, открытые «на кончике пера» математика. В этом и состояла суть нового способа получения новых знаний о природе. Всё выглядело очень просто.

Тогда как по методу аналогии необходимо было разрабатывать (изобретать) внутренний механизм явления, причём на основе уже

имеющегося знания. Действительно, явление предстаёт перед исследователем во всей красе своих внешних признаков. Тогда как внутренний механизм, переводящий причину явления в его конечный результат, т.е. следствие, скрыт от глаз учёного. Вот его-то и необходимо было вообразить (изобрести), а затем доказать на опыте реальное существование. А это было сделать несравненно тяжелее в сравнении с методом математической гипотезы. Например, механизмы сил гравитации, инерции или сокращения линейных размеров тел при их движении так и не раскрыты, тогда как математическая феноменология этих явлений совершенно ясна.

3.3. Проблемы метода математической гипотезы

Обратим внимание на то, что проблема состоит в том, что метод математической гипотезы используется в физике – сугубо экспериментальной науке, изучающей материальные свойства природы. Причём без какой-либо оглядки на существующую нерешённую проблему соотношения между весьма абстрактными математическими конструкциями и реальной физической действительностью.

Действительно, проблема отображения физической реальности средствами математики так и не была решена. Хотя многим казалось очевидным, что понятия и законы математики являются прямыми копиями, или отражениями, полученными в процессе абстрагирования от реальных вещей, от их материальных свойств и соотношений между ними. Данное мнение базировалось на успехах Евклида в разработке оснований геометрии, то есть на геометрических построениях, в результате которых из, казалось бы, всего нескольких элементарных утверждений (аксиом), которые были им сформулированы в результате обобщения известных геометрических соотношений (выделены как общие геометрические свойства наблюдаемого мира), следуют сложнейшие теоремы, лежащие за пределами первоначально обобщаемого им материала. Иными словами, в основании геометрии лежат свойства реально наблюдаемого мира (природы).

Но при таком решении проблемы в наше время хорошо осознаётся то обстоятельство, что развитие математики (постоянное

пополнение её копилки новыми математическими знаниями и даже целыми новыми разделами) делается не посредством изучения реального мира природы (этим напрямую занимается физическая наука), а в результате процессов, происходящих внутри самой математики. Процессы инициируются самими математиками, и чаще всего это делается в поиске оснований аксиоматической базы построения различных разделов математики с целью выяснения сути математических объектов, которыми они пользуются. Но делается это теоретически, то есть без какой-либо опоры на опыты по изучению свойств природы, то есть о математическом отражении реальности как таковой речь здесь уже не идет. И это уже не что иное, как мыслительный (метальный) способ получения нового математического знания.

И здесь возникает вопрос, а изобретательство ли это или открытие закономерностей некоего виртуального мира, существующего обособленно вне сознания человека. Но как бы то ни было, при этом молчаливо подразумевают, что развитие математики идёт по каким-то «особым законам» этого виртуального мира (которые ещё предстоит открыть). И происходит это будто бы таким образом, что выявленные новые математические знания всё же отражают собой реальный мир природы. Изложенная выше гипотеза позволяет надеяться, что утверждение об отражении природной действительности средствами математики всё же имеет под собой какое-то основание.

При этом необходимо отметить, что в процессе поиска нового знания происходит предугадывание структуры отражаемого в сознании человека мира природы, его явлений и закономерностей. Предугадывание, инициируемое необходимостью решения насущных проблем любой науки, является характерной чертой процесса познания не только при исследовании внешнего по отношению к субъекту реального мира, но и при исследовании математической реальности. Разница лишь в том, что объективная физическая реальность существует сама по себе и в процессе познания предугадывается схема, моделирующая эту реальность. Тогда как математическая реальность заранее не существует, поскольку она создаётся человеческим разумом. Это дело будущего. Конечно же,

этот процесс не может быть абсолютно независимым от реальной действительности. Он направляется и регулируется такими факторами, как прошлый опыт и необходимость в нём естественных наук, требование разумности, целесообразности и непротиворечивости создаваемых конструкций. Но сами создаваемые конструкции в большинстве случаев не имеют непосредственных прообразов в реальном мире, а являются результатом творческой деятельности разума человека. Примерами таких абстрактных построений могут служить бесконечные множества, всевозможные трансфинитные объекты, четырёхмерные и даже бесконечномерные пространства и тому подобное.

Но тем не менее математическая «интуиция», срабатывающая при математическом моделировании (о котором говорилось выше), поражает и пленяет своей эффективностью, поэтому многие исследователи постоянно обращаются к ней в надежде на гарантированную подсказку с её стороны в поиске нового физического знания о природе. На то, что лежит за пределами первоначального обобщения при выработке математических аксиом, что завораживает всех в математике и может быть найдено в природе, указывал Дж. Ст. Милль: «Всякая теорема геометрии есть закон внешней природы и может быть установлена путём обобщения наблюдений и опытов» [6].

Иными словами, всякая геометрическая теорема может быть подтверждена опытом. А поскольку это так, то данный факт распространяется на все математические утверждения, не связанные с геометрией.

Ту же мысль он распространяет и на всю математику, утверждая, что «...когда математик пользуется своими знаками, он действительно не думает о тех вещах, которые эти знаки обозначают. Но это происходит потому, что истины арифметики справедливы относительно всех вещей и не возбуждают в нашем сознании никаких идей о тех или иных вещах в частности. Поэтому утверждения математики – это утверждения не о символах, а о всех вещах, которые этот символ обозначают» [7].

Из приведённого выше явствует, что данная проблема является центральной в философских вопросах, причём не только физиче-

ской науки или теории познания, но и самой математики. Математика в своём развитии принимает всё более абстрактные формы, за которыми не просто разглядеть, что же они собой «отражают» из природных реалий и отражают ли вообще. Но тем не менее это утверждение берётся на веру. Так Н. Бурбаки пишет, что «основная проблема состоит во взаимоотношении мира экспериментального и мира математического» [8].

В тоже время известный советский учёный Н. А. Шанин даёт конструктивистскую критику классической математики и акцентирует внимание исследователей на том, что многие теоремы классической математики не обладают удовлетворительной связью между ними и эмпирическим материалом в области естествознания (см. его работу «О критике классической математики») [9].

Установление математических фактов, например, не путём эмпирических процедур, как это было в математике древних вавилонян и египтян, а с помощью сложнейших дедуктивных рассуждений, используемых в современных разделах математики (что-то наподобие упоминавшейся аксиоматической системы Евклида), совсем не означает, что математика перестаёт иметь дело с реальностью и погружается в изучение умозрительных сущностей. Различие, которое здесь есть, коренится между эмпирическим уровнем познания и теоретическим, а не между объективным и субъективным. Здесь всё ясно, поскольку решение проблемы объективной ценности математики не сводится к признанию того, что существует некоторое объективное содержание, соответствующее содержанию математических понятий, а заключается в том, соответствует ли это самое содержание той декларируемой конкретной сущности, которую математика будто бы отображает. Вопрос именно здесь.

Современные физики-теоретики (по сути, математики) утверждают, что математика только потому даёт такое поразительное совпадение выводов своих вычислений с практикой, что своими корнями глубоко уходит в опыт. И она, как и любая другая эмпирическая наука (физика, химия или технические дисциплины), имеет наряду с экспериментальным багажом (который не оспаривается и может только пополняться) также свои теории и идеи, то есть ве-

роятное знание о реальности (гипотезы). Именно они и только они с какой-то долей вероятности могут правильно (или неверно) отражать реальный мир, а поэтому могут приниматься, отвергаться или видоизменяться. Эти теории и идеи как раз и есть привносимое человеком в математику субъективное видение им математической сущности природы. А вот факты, на которых зиждется математика (в основном, геометрия), это неизменная объективная суть природы.

По своей внутренней сути «смычка» между физической реальностью и математическим феноменализмом, распространённым на физические закономерности и предсказывающим «новые» взаимосвязи между физическими величинами, осуществляется экспериментом по проверке выведенных новых соотношений. То есть в виде натурной проверки результатов особой математической «игры в символы», где «входные» комбинации символов по правилам этой игры мгновенно переводятся в их «выходные» комбинации. Если результат игры совпадает с экспериментом, то считается, что автор правил игры правильно угадал математическое отображение природных реалий. А если нет, то необходимо опять угадывать. Но угадает ли он вообще и как близко подойдёт к математическому отражению реальности, никто достоверно не знает. По этому поводу очень точно выразился Бертран Рассел: «Чистая математика – это такой предмет, где мы не знаем, о чем мы говорим, и не знаем, истинно ли то, что мы говорим».

3.4. Слово в защиту метода математической гипотезы

Бесспорно, что феноменологический метод математической гипотезы является одним из мощнейших эвристических приёмов исследования природы, в котором роль интуиции играет сама математика. В нём математические феномены (теоремы) – эти своеобразные «догадки» и «озарения» математической логики – тривиально вычисляются, а это удивляет и озадачивает. И их должно и можно объяснить, поскольку вывод теорем сделан математиком и представлен на листе бумаги, лежащим перед ним. А, следовательно, можно проследить всю цепочку рассуждений и действий, при-

ведших к теореме, а тем самым объяснить и ту самую математическую интуицию, которая привела к ней. И это уже не необычные эвристические феномены мышления человека, то есть интуитивные догадки и озарения разума, спонтанно возникающие в голове исследователя, которые невозможно проследить и как-то зафиксировать и происхождение которых объяснить пока не удаётся. Здесь же весь ход математических «раздумий» записан, возможна его привязка к существующей базе математических знаний, теорий и идей, так что вероятно нахождение объяснения феномену. Это тяжело, но это делать надо, иначе продвижение вперёд в деле познания природы надолго задержится. В современном методе математической гипотезы этого объяснения пока просто нет. Его берут как данность, как результат алгоритма математических действий.

В самом методе поражает высокая эффективность математики при её приложении к области естественных наук и, в частности, к физике, на которую обращали внимание практически все философы и деятели науки и техники. Объясняя этот факт эмпирическими корнями математики, тем не менее многие не оспаривали утверждение П. У. Бриджмена, изложенное им в его книге «Логика современной физики»: «Чистой воды трюизм, истинность которого становится очевидной при самом поверхностном взгляде, состоит в том, что математика изобретена человеком» [10].

Действительно, эта истина не может подвергаться сомнению. Но, соглашаясь с автором приведённой цитаты, в ней всё же необходимо уточнить слово «изобретена». Можно ли настаивать на том, что математик – это в большей степени открыватель, чем изобретатель? Напомним: открывать – это находить то, что есть в природе, а изобретать – это создавать то, чего в природе нет.

В математике, в противовес физике или химии, факты и теории переплетены так, что их трудно различать и практически невозможно отделить друг от друга. Действительно, хотя геометрические теоремы, являющиеся чисто искусственными сооружениями, невозможно получить из первоначального обобщения опыта, они всё же верно отражают суть природы. Это происходит потому, что они основаны на аксиомах, представляющих собой индуктивные обобщения пусть и ограниченного объёма эмпирического мате-

риала, но содержащего нечто общее для всей геометрии. Примерно то же мнение выразил в своей книге «Апология математики» выдающийся аналитик Джеффри Г. Харди: «Я убеждён в том, что математическая реальность лежит вне нас и наша роль заключается в том, чтобы открывать или наблюдать её, а теоремы, которые мы доказываем и столь пышно именуем нашими «творениями», в действительности представляют собой просто записи наших наблюдений» (ссылка дана по одноимённой книге В. А. Успенского «Апология математики»). [11].

Многие признанные лидеры в области оснований математики, такие как Давид Гильберт, Алонзо Черч, члены группы Бурбаки и другие признают, что математические понятия и свойства существуют в некотором смысле объективно и познаваемы человеческим разумом. Они полагают, что математическую истину открывают, а не изобретают. А поэтому то, что изменяется и эволюционирует в математике, есть не математика, а лишь человеческое (субъективное) знание математики как дисциплины, отражающей объективную сущность природы как постепенное приближение к истине.

Однако своеобразным примером такого изобретательства в математике служат гиперкомплексные числа – кватернионы, придуманные в 1843 г. У. Гамильтоном, которые в середине 19-го в. воспринимались как обобщение понятия о числе, призванное играть в науке столь же значительную роль, как и комплексные числа. Эта точка зрения подкреплялась и тем, что были найдены их приложения в электродинамике и механике. Однако векторное исчисление в его современной форме вытеснило кватернионы из этих областей. Ясно, что их роль ни в какой мере не может быть сравнима с ролью комплексных чисел, имеющих многочисленные и разнообразные приложения в различных отраслях науки и техники. О каком-либо отображении реальной действительности с помощью этих чисел речь вообще не идет. Это бесспорно виртуальный мир, который существует только в голове человека. Но он не произволен, поскольку в нём действуют свои законы и правила, обеспечивающие его стабильность и виртуальную «объективность», т.е. независимость существования от сознания человека. Звучит это

парадоксально, поскольку он создан интеллектом (сознанием) человека и поддерживается только им.

Верил в существование такого виртуально-объективного мира и в его отображение средствами математики один из искуснейших математиков XIX века Шарль Эрмит. В своём письме математику Ситильтьесу Эрмит утверждал: «Я убеждён в том, что числа и функции анализа не являются произвольным продуктом нашего духа. Я верю, что они лежат вне нас с той же необходимостью, как предметы объективной реальности, а мы обнаруживаем или открываем и исследуем их так же, как это делают физики, химики и зоологи» [12].

Принимая идею некоторого адекватного отражения объективно существующей природы частью каких-то математических средств, всё же необходимо помнить об одном важном обстоятельстве. Поскольку мы не знаем того, что стоит за формализмом математики в физике, то есть причину превращения одних уравнений (конкретных соотношений между физическими величинами, а по сути – алгебраической записи физических законов) в другие (новые физические законы), а тем более не знаем того, что и как в самой природе приводит её к неукоснительной реализации этих законов, выведенных на «кончике пера», то вынуждены констатировать, что принятые нами математический аналог или математическая модель природы могут не соответствовать действительности, а лишь случайно с нею совпадать в какой-то части. Это обстоятельство следует хотя бы из того факта, что многие задачи механики (колебания струн, стержней, мембран или трёхмерных объектов) и физики волн (электромагнитные колебания и волновые процессы различной физической природы, включая и волны вероятности квантовой механики) описываются дифференциальным уравнением одного типа, хотя перечисленные объекты разительно отличаются друг от друга. Вполне вероятно, что логика математики, независимо от воли человека, использующего её, выделила в этих объектах что-то общее для всех них и представила это общее в образе дифференциальных уравнений – своеобразной математической модели этой частички природы. Но что конкретно она выделила, этого мы как раз точно и не знаем (можем только догадываться).

Поэтому надо всегда стремиться к тому, чтобы теоретические выводы физической теории всегда можно было проверить экспериментально. Об этом важном обстоятельстве достаточно точно выразился Дж. Гордон, известный английский инженер: «Чувствуется, что теоретики слишком часто бывают ослеплены элегантностью своих методов и не заботятся в достаточной мере о соответствии исходных предположений действительности, получая в результате правильные ответы для нереальных задач. Другими словами, более опасной предполагалась самонадеянность математиков, чем инженеров, чья практика чаще наказывала за излишнюю самонадеянность. В связи с этим проницательные технические эксперты Севера осознали (а это следовало бы сделать и всем остальным практикам), что, анализируя ту или иную ситуацию с помощью математики, мы в действительности создаём рабочую модель исследуемого предмета. При этом мы надеемся, что наша модель, или математический аналог реальности, с одной стороны, имеет достаточно много общего с реальным предметом, а с другой стороны – позволяет нам сделать какие-то полезные предсказания. Для таких модных предметов, как физика или астрономия, соответствие между моделью и действительностью столь точно, что некоторые склонны рассматривать Природу как нечто вроде Математики свыше. Однако, сколь привлекательной не казалась бы эта доктрина земным математикам, имеются явления, для которых было бы благоразумным использовать математические аналоги лишь очень с большой осторожностью» [13].

Следуя мысли Дж. Гордона можно смело утверждать, что, занимаясь выводом уравнений (новых законов природы) с использованием математического формализма, даже при соблюдении каких-либо твёрдо установленных общепризнанных физических принципов, взятых из опыта или априорно, мы уже пользуемся (понимаем мы это или нет) какой-то конкретной моделью, математическим аналогом реальности. Конечно, плохо, когда мы не понимаем, что это именно так, ведь модель и её свойства находятся в прямой зависимости от применяемого математического формализма, а поэтому нам просто неведома степень адекватности отражения ею исследуемой реальной действительности.

Анализ показывает, что метод математической гипотезы полностью игнорировал два положения. Первое – правильно ли угадана гипотеза, т.е. исходная взаимосвязь физических величин (постулатов), представленных математическими символами?! И второе – отражает ли применяемый математический формализм реальный физический механизм, переводящий причину в следствие?! А если данные положения не соответствуют реальности, то «угадывание» и подбор формализма может затянуться надолго, прекращая приток нового знания в науку. Так и случилось. Разберём это на двух конкретных примерах: специальной теории относительности (СТО) и общей теории относительности (ОТО).

4. Математический феноменализм в физике

4.1. Немного о науке как таковой

Научные знания об окружающей природе обладают одной замечательной особенностью – они должны соответствовать реальности, быть адекватными её устройству. Здесь нет места вкусам и предпочтениям, поскольку они ложатся не только в основание техники, оперирующей исключительно с фактами, но и являются основой реакции человека, его конкретных действий на любые изменения в окружающей его действительности. Неадекватные реакции на эти изменения могут привести не только к бесполезным тратам ресурсов человечества, но и к непоправимым последствиям, когда может уже не хватить ни сил, ни средств, ни времени для исправления ошибочных решений.

Поэтому в науке на первом месте стоит понятие рациональности (в самом широком смысле этого слова), которое означает разумность и осмысленность предпринимаемых действий. Это понятие есть прямая противоположность иррациональности, основанной как на индивидуальной системе ценностей и стандартов, так и на вкусах и предпочтениях, а по сути – чувствах человека.

Действительно, одним любителям живописи нравятся картины П. П. Рубенса за точное отражение действительности, за прорисованность каждого элемента их сюжета, когда на листочках дуба

(расположенном на втором плане картины) отображена тень других его веточек и листьев. Кажется – экая мелочь, стоит ли на это обращать внимание? Ан нет, стоит, поскольку целесообразность и необходимость сделанного воссоздаёт тот неподдельный колорит события и связанное с ним изумление, которые тронули душу живописца. Именно миг удивления и озарения заставили его обратиться к «мелочам», чтобы тоньше воссоздать в полотне возникшее чувство и сделать это так, дабы оно непременно и в полном объёме возникло и в душе смотрящего на картину.

А вот другим любителям прекрасного по душе «Чёрный квадрат» К. Малевича, где просто нет никаких «мелочей», поскольку всё отдано на откуп предполагаемому богатому воображению почитателя этого вида творчества. И это правильно. Люди неповторимы как по рождению, так и по врождённому и приобретённому знанию. У них не только разный жизненный опыт, но и связанные с ним целевые установки, разное воображение и предпочтения, разное мировоззрение, вера и т. п. И это наблюдается у всех людей, а, следовательно, и у ревнителей творчества конкретных талантов, и у их критиков. Как говорится, «на вкус и цвет товарищей нет».

Но в естественных науках всё обстоит по-другому, здесь есть безупречный (истинный) и безапелляционный (обращаться больше не к кому) рецензент творчества учёного – это сама природа. Она не реагирует на научные степени и звания претендента на научное открытие; на занимаемые им должности и конъюнктуру в сфере науки; на политику в научном творчестве, проводимую руководителями научных учреждений и общественными властями. У природы нет предпочтений, подобных жизненному личному и научному опыту рецензента. У неё нет оглядки на всё человеческие факторы бытия, которые так или иначе влияют на личную жизнь и научную деятельность любого учёного. Природа обманывать не может. А поэтому она всё «непосильные труды» учёных мужей (которые, как все остальные люди, страдают преференций и славы на поприще науки) исключительно точно расставит по своим местам на «линейке» знания её свойств. Линейке, где есть не только нулевая отметка, но и шкала отрицательных отсчётов, то есть таких, которые наносят урон развитию науки. У природы мерилom работы

учёного является практика. Именно она устанавливает истинность заявленных утверждений, переводя их в разряд новых экспериментальных фактов (или отмечая как графоманство), которые только и можно использовать в технике, или прогнозируя существование других неизвестных ранее явлений и свойств материи.

Новые экспериментальные факты – это тот клад, который стремятся найти истинные учёные. Одним это удаётся – отрывают новое природное явление, свойство материальных тел или выявляют закономерность между их характеристиками. А вот другим – это «не по зубам», хотя шуму при этом бывает очень много. Действительно, как говорится, «люди всегда люди», а поэтому любой «факт» можно просто выдумать в расчёте на то, что оценку его значимости тоже дают «человеки», а не природа. Но можно и искренне заблуждаться. А вот как такое может произойти?

В первом случае всё дело заключается в подтасовке с целью меркантильной выгоды, но этот «фокус» непременно выявляется со временем. Действительно, фактический материал можно или перепроверить (если «факт» новый), или сопоставить с существующим арсеналом фактов и выяснить (установить) его известность (чтобы не изобрести велосипед). А вот второй случай более сложен, и замешана здесь математика. В любом случае всегда надо помнить о том, что отрытая новая истина о природе позволяет заставить природу работать в «технической упряжке» земной цивилизации, в которой она будет веками исправно трудиться на благо человека. А вот если нет нового знания, то и нет возможности «оседлать» природу. Такова оценка труда учёного истинным рецензентом – природой.

Однако в науке есть одно «но». Конкретные законы, свойства и явления – это факты. Но в ней есть и научная разведка, позволяющая вести поиск научной истины на неизведанной «территории» устройства природы. Это так называемый «дальний прицел» в научных исследованиях – научные теории. Теории – это не истинное знание об устройстве природы, а всего лишь гипотеза (предположение или догадка) о том, как она обустроена, то есть вероятное знание. Хотя зачастую в современной физике теории считаются истинным знанием о природе. Но это не так: на смену одним тео-

риям приходят другие, и это происходит только тогда, когда новые теории могут предсказывать новые научные факты, поскольку они шире старых и обладают прогностической силой. В этом заключается их бесспорное преимущество перед предшествующими теориями. Но при этом они так же, как и прежние теории, непременно должны объяснять уже известные факты.

И так далее – на смену одним теориям приходят другие, с более глубокой сутью и новой логикой. Но тем не менее и они представляют собой только способ познания природы, то есть вероятное знание о ней. А до окончательной истины в научном поиске ещё очень далеко. Такова диалектика познания природы.

Действительно, учёный, пытаясь угадать устройство природы, выдвигает различные идеи и на их основе разрабатывает теории. Именно с помощью их он определяет направление научного поиска природных законов. В этом понимании, в научном поиске нет ничего лучше даже плохой теории, поскольку именно она и только она указывает на то, где надо искать истину и как это делать. В научном поиске спонтанность действий учёных исключается.

Но если всмотреться в мир науки, то можно заметить, что не только некоторые, а очень многие научные теории считаются не вероятным знанием об устройстве природы, а чуть ли не истиной в последней инстанции. Истиной со всеми льготами и преференциями не столько для их авторов (они уже заняли высокое положение в науке и получили сполна всё то, что положено занимаемому ими месту), сколько для учеников и продолжателей их дела, которых они стараются оставить после себя. Да это и понятно, без продолжателей их детище рухнет, а они уверены в своей правоте и ничего другого не хотят знать. Человек всегда остаётся человеком (и всё человеческое ему не чуждо), даже если он трудится в мире науки. Так что нет никаких оснований считать, что наука далека от политики, скажем так – научной политики.

Действительно, наука является рядовым детищем искусственного мира, создаваемого человеком, а поэтому в ней отражены все интересы людей. На науке делают карьеру, зарабатывают деньги, приобретают власть над людьми. Поэтому даже ошибочные идеи, а, следовательно, и теории, не отражающие существа природы, мо-

гут столетиями вертеться в сфере общественного мнения и приносить дивиденды их творцам и тем политическим силам, которыми они поддерживаются. Только поэтому очень трудно «свалить» с пьедестала высокой науки мёртвую теорию, поскольку огромное сообщество людей науки «кормится» за счёт поддержания её существования. Никто из этой «могучей кучки», стоящей у реальной власти управления наукой, просто так, то есть ради истины в науке или даже под лозунгом «во имя блага людей», никогда не откажется от своей синекуры. Они до конца будут биться за свои материальные блага и привилегии. Это надо хорошо осознать, чтобы правильно понять существо настоящей книги.

«Истина в науке во имя блага людей» есть очень верное отражение сущности реального положения человечества на нашей планете, тем более если это связано с теоретической физикой. Конечно, очень трудно осознать то, что какая-то теоретическая разработка может повлиять на жизнь всех людей Земли. В общественном мнении культивируется суждение, что научные теории существуют сами по себе, вращаясь только в области науки, и не выходят за её границы. Что они (теории) никак не связаны с реальной повседневной жизнью людей и не могут ни коим образом на неё повлиять. Будто бы теории ответственны только за научное мировоззрение. Но по большому счёту, это не так, поскольку через мировоззрение теории влияют на людей, и, в частности, на инженеров, указывая (направляя) им столбовую дорожку развития техники. А уровень развития техники характеризует жизненную силу земной цивилизации.

Конечно же, прогресс в развитии человечества связывают с научными достижениями, то есть с фактами реально открытых законов природы. А теории – это всё же внутренняя кухня науки. Но при этом забывается, что ложная теория – это не только остановка в развитии науки, не только упущенное время и зря потраченные ресурсы, но, что важнее, это упущенные возможности в развитии технологий и техники, что ослабляет человечество, ставя его в зависимость от воли случая. Случая, в котором будет решаться вопрос «быть или не быть» ему на нашей голубой планете. Ниже мы покажем, что сугубо теоретическая работа – специальная теория

относительности Эйнштейна – более чем на 100 лет задержала развитие многих областей техники: от космической техники передвижения в пустом космическом пространстве и вселенской радиосвязи до развития энергетического потенциала земной цивилизации.

4.2. Специальная теория относительности Эйнштейна (СТО)

Начиная этот раздел, хочется предварить его словами А. Эйнштейна: «Существует поразительная возможность овладеть предметом математически, не поняв существа дела».

Представленный материал не является обзором (компиляцией) по указанной теме, то есть ни в какой своей части не повторяет ни одну из ранее опубликованных кем-либо работ. При этом необходимо чётко осознать, что специальную теорию относительности Эйнштейна (СТО) никто не понимал раньше (старшее поколение физиков), не понимают и теперь. Слово «понимать» употреблено в смысле физического представления «механизма» получения её математических теорем (выводов). Теорию просто принимают как данность (без пояснений и разъяснений) как математический феномен (факт) и упорно верят в гений Эйнштейна, который не мог ошибиться при её создании и интерпретации.

В представленном ниже материале будет показано, что СТО – это фрагментарная математическая работа (стандартное решение заурядной математической задачи), которая не согласуется с физической реальностью (свойствами природы). Причём это не критика выводов СТО, как это делалось в работах других авторов, а соотнесение исходных положений теории с их физическим обоснованием (содержанием), на которые математик Эйнштейн просто не обращал внимания, поскольку он в большей степени являл собой физика-теоретика, который был очень далёк от экспериментальной науки. Эмпирические факты брались им без должного физического анализа (бытующее мнение, что факту не нужно обоснования) и прямо трансформировались им в аксиомы математической теории. Не известно ни одной работы Эйнштейна, в которой он давал бы верификацию (физическое обоснование) принципов своих релятивистских теорий.

Заметим, что любая математическая теория начинается со слов «допустим, что мы имеем...», и далее идёт математический формализм. Но это «допустим» в природе имеет своё чёткое окружение, тесно с ним взаимосвязанное, которое как раз и может сделать невозможным дальнейшее его математическое развитие в теорию. Настоящее исследование указывает именно на это.

Совсем недавно (в 2011 г.) итальянские физики из университета Гран Сассо (GranSasso) опубликовали данные своей 2-летней работы, которые поставили под сомнение специальную теорию относительности Альберта Эйнштейна. Им удалось установить, что частицы нейтрино, испущенные БАК (Большой адронный коллайдер), двигаются быстрее скорости света. Учёные уверены, что, если их открытие подтвердят другие исследователи, теория относительности будет признана ошибочной. А это перевернёт наше сознание, изменит знание о мироздании и, тем самым, будет открыта новая страница в истории физики.

Отвечая на вопрос о том, а почему современные физики так критично относятся к величине скорости света и какое она имеет отношение к нашему мировоззрению, необходимо хотя бы немного рассказать о сущности СТО и о той картине мира, которую она сформировала в умах физиков.

СТО – это математическая теория, в основании которой лежат 2 постулата: расширенный принцип относительности Галилея – Эйнштейна и принцип постоянства скорости света. Формально принцип постоянства скорости света находится в поле применимости расширенного принципа относительности, поскольку последний утверждает, что все природные явления происходят одинаковым образом во всех инерциальных системах отсчёта. Распространение света в пространстве как раз подпадает под это определение, поскольку свет – это электромагнитный волновой процесс, представляющий собой природное явление. Так что Эйнштейн вполне мог бы обойтись только одним постулатом – принципом относительности.

Но есть несколько «но», которые не позволили ему обойтись только принципом относительности при создании своей теории. Первое «но» заключено в следующей проблеме. Предшествую-

щие знания законов механического движения (а механика – самая развитая область физики) указывали на то, что скорость движения любого тела для двух наблюдателей, движущихся относительно друг друга, имеет различные значения. Тогда как в соответствии с принципом относительности – скорость света для всех наблюдателей, находящихся в относительном движении, должна быть одна и та же. Это положение находится в прямом противоречии с наблюдательными фактами механики.

Вспомним о парадоксе, иллюстрирующем это положение. Относительно земного наблюдателя движется объект с околосветовой скоростью. Из этого объекта стартует другой объект, который относительно него также движется с околосветовой скоростью. А из этого второго объекта стартует третий объект, который относительно второго объекта также движется с околосветовой скоростью. Этот ряд объектов можно продолжить до бесконечности. Согласно положениям СТО, скорость последнего (или любого другого) объекта этого ряда относительно земного наблюдателя не должна превышать скорость света.

С математической точки зрения здесь всё ясно, подставляя исходные данные в формулу и получай ответ. Но как понять то, каким образом природе удаётся реализовывать этот постулат, каков «механизм» этого неординарного физического «фокуса»?! Именно это обстоятельство является одной из причин, заставивших Эйнштейна выделить постулат о постоянстве скорости света из общего принципа относительности.

Второе «но» заключалось в том, что с бесконечным количеством материальных тел необозримой Вселенной, находящихся в непрерывном движении, можно связать координатные оси и часы, и, тем самым, образовать бесконечное количество инерциальных систем отсчёта. У всех этих систем отсчёта космическое пространство одно и то же. Однако в СТО измерительные линейки и часы каждой из образованных систем отсчёта определяют именно свою «метрику» этого, единого для них всех, пространства. Данное обстоятельство для автора теории явилось основанием, чтобы отказаться от материальности космического пространства, поскольку не может один и тот же реально существующий объект

иметь бесконечное количество взаимоисключающих друг друга свойств (метрик). Только поэтому в этой теории пространство представляет собой не физический, а математический объект: оно виртуально.

Нематериальность пространства, как следствие, лишает его возможности иметь какую-либо структуру, а, следовательно, иметь свойство протяжённости (протяжённость – характеристика структуры любого объекта природы, в том числе наблюдаемая характеристика космического пространства). Это свойство пространства в рамках СТО переходит к свойствам материалов, из которых изготовлены измерительные линейки систем отсчёта. Однако реальность (или объективность) космического пространства, то есть его независимость от систем наблюдения (наличие наблюдателя или его отсутствие), подтверждается всей историей астрономии. Свет от квазаров, который сейчас улавливают земные телескопы, был в пути десятки миллиардов лет, то есть был испущен ими тогда, когда нашей планеты (а тем более – наблюдателя с его линейками) ещё не было. При этом ставится вопрос, относительно чего он двигался все эти миллиарды лет? Безотносительного движения (движения как такового) просто не бывает. Таким образом, общность пространства для всех инерционных систем отсчёта и его свойство пропускать через себя свет (электромагнитные волны), который используется для определения соотношения масштабов измерительных линеек и часов инерциальных систем отсчёта, заставили автора СТО рассматривать постулат постоянства скорости света также отдельно от принципа относительности.

Последовательное соотнесение выводов СТО с наблюдаемыми объектами Вселенной и происходящими в ней процессами не позволяет воображению «нарисовать» общую картину мироздания как взаимосвязанное (обусловленное) единство материальных тел и космического пространства, детерминирующих их движение во Вселенной. Получаемая картина фрагментарна, поскольку математические свойства природы разрозненны и не могут быть увязаны каким-либо «механизмом» свойств природы. В этом отношении примечательно высказывание Льва Ландау, относящееся к 60-м годам прошедшего века: «Мощь современной науки такова, что сей-

час мы можем понять даже то, чего не можем себе представить». Здесь слово «понять» использовано Л. Ландау в смысле оценки алгебраического тождества (формулы). Видимо поэтому (и не только поэтому), учёное сообщество так остро воспринимает сообщения об отклонении скорости света от постулированной в СТО константы.

И ещё. В мире науке есть притяжение, что нет ничего практически хорошей теории. Теория, адекватно отражающая действительность, всегда имеет выходы в практику. Вспомнив в звёздное небо над головой, раскрывающуюся взору безграничную бездну космического пространства с бесконечным количеством звёздной материи, как физик-мечтатель остро осознаёшь то, что космическая пустота – это своеобразный океан, по которому «плывут» звёздные объекты: звёзды и их галактические скопления. Именно «плывут» (погружены в него), а сам этот океан обеспечивает им движение (инерционное движение как силовое взаимодействие с космической субстанцией – вспомним вращающееся ведро Ньютона, с помощью которого он пояснял абсолютность ускорения). Надо только изучить свойства океана, чтобы строить корабли, которые могли бы плыть в нём в любом направлении и с любой скоростью.

Знание свойств этого океана позволяет не только создавать космические корабли, но и организовать межзвёздную и даже межгалактическую связь с другим разумом Вселенной, поскольку «самый быстрый сигнал» – свет – на эту роль просто не годится, уж слишком он тихходен. А поскольку любой материальный объект (например, наша планета Земля) находится в движении относительно этого океана, то это позволит научиться при взаимодействии с ним превращать кинетическую энергию движения планеты непосредственно в электрический ток, то есть самую упорядоченную и легко трансформируемую форму энергии. Человечеству просто жизненно необходима материальность (субстанциональность) этого пустого космического пространства. А СТО лишает человечество таких перспектив. Нематериальность пространства просто «задушит» человечество на его маленькой планете. Нужна новая теория.

5. Принципы относительности в современной физике

В современной физике известны два принципа относительности: Птолемея – Коперника и Галилея – Эйнштейна.

О принципе Птолемея-Коперника говорят тогда, когда одно и то же явление природы рассматривается (изучается, описывается) в различных системах отсчёта. Суть принципа состоит в утверждении, что природа является объективной реальностью, она самодостаточна и ей присущи свои законы и свойства, то есть она не зависит от наличия наблюдателя и, тем более, от состояния его движения. Природа проявляет себя в наблюдаемых явлениях, которые, в силу вышесказанного, так же объективны, то есть обладают самостоятельной сущностью (самодостаточны), а, следовательно, не зависят от систем отсчёта, в которых могут наблюдаться.

Действительно, систем отсчёта, наблюдатели которых могут изучать одно и то же природное явление, может быть бесконечно много. Эти системы отсчёта могут покоиться относительно явления, могут двигаться относительно него с различными постоянными скоростями или ускорениями. Очевидно, что процесс протекания явления не зависит от наличия наблюдателя и состояния его движения. Данное утверждение считается справедливым для макроскопических объектов природы и природных явлений, в которых они участвуют. Конечно же, в этом случае полагается, что средства измерения наблюдателя не влияют на процесс протекания явления. Данное обстоятельство существенно для случая квантовых явлений с микроскопическими телами, которые могут изменять своё состояние движения под действием средств измерения, так как на это влияет даже действие отдельного фотона электромагнитного излучения.

Тогда как принцип относительности Галилея – Эйнштейна утверждает, что у природы есть особое свойство, которое проявляется в том, что все физические явления (без каких-либо исключений) при одинаковых начальных условиях протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчёта, находящихся в относительном движении. Иными словами, принцип сопоставляет

свойства процессов протекания двух (или нескольких) природных однотипных явлений, расположенных в разных инерциальных системах отсчёта, находящихся в относительном движении. При этом условии он утверждает, что скорость движения объектов, которые участвуют в природном явлении, не оказывает никакого влияния на процесс протекания самого явления. Можно сформулировать принцип иначе, а именно: в лабораторной системе отсчёта процесс протекания физического явления не меняется от того, находятся ли материальные тела, участвующие в природном явлении, в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Из логики данного утверждения (принципа) следует, что физические свойства любых объектов (материальных тел) не зависят от состояния их движения (скорости). В противном случае зависимость свойств материальных тел от скорости их движения приводила бы к аналогичной зависимости процессов протекания физических явлений.

Из приведённых выше определений видно, что принципы существенно различаются. Однако формально принцип Галилея - Эйнштейна как бы находится в поле действия принципа Птолемея - Коперника, поскольку в обоих случаях рассматривается природное явление из разных систем отсчёта. И в обоих случаях утверждается, что процесс протекания физических явлений не зависит от систем наблюдения за ними. Иными словами, можно утверждать, что принцип Птолемея - Коперника как бы конкретизирует принцип Галилея - Эйнштейна для сугубо частного случая инерциальных систем отсчёта. Действительно, наблюдатель может находиться как в системе отсчёта, где протекает явление, так и в системе отсчёта, которая движется относительно него. В связи с чем можно поставить вопрос: а имеют ли обозначенные принципы одну и ту же основу, а, следовательно, не является ли второй из принципов прямым следствием первого? И если ответ отрицательный, то возникает другой вопрос: а совместны ли принципы, то есть не противоречат ли они друг другу?

Рассмотрение принципов по существу, с учётом их свойств и особенностей, приводит к следующим выводам.

5.1. Принцип относительности Птолемея - Коперника

В принципе относительности Птолемея - Коперника содержится несколько очевидных утверждений (положений).

1. Если одно и то же явление природы одновременно наблюдается в нескольких системах отсчёта, находящихся в относительном движении, то сами описания явления, наблюдаемого в этих системах, взаимно обусловлены (то есть они не произвольны). Действительно, у них одно общее основание – это само явление, которое не допускает какой-либо вольности при составлении его описания.

2. При этом очевидно, что физико-математические описания одного и того же явления (уравнения движения взаимодействующих тел, участвующих в физическом явлении), полученные для разных систем отсчёта, связаны между собой конкретной системой преобразования уравнений одной системы в уравнения другой системы.

Такая система математического преобразования уравнений принципиально возможна, поскольку отражает только состояние движения самих систем отсчёта относительно друг друга (кинматику их движения). Причём система преобразования уравнений принципиально не связана с сутью описываемых явлений, поскольку она не может изменять их свойства, закономерности и условия протекания (влиять на внутренний механизм явлений). В сущности, в преобразовании заложен только сам факт изменения места наблюдения за явлением. Естественно, что при этом формы описания явления (внешние признаки) в разных системах отсчёта будут отличаться друг от друга (при сохранении сути самого явления).

Действительно, для этого достаточно вспомнить наблюдения самого Галилея, следившего в каюте корабля за каплями воды, падавшими из рукомойника в чашу. Эти наблюдения привели его к мысли (догадке) о существовании принципа относительности. Так, наблюдатель, который находится в каюте корабля (корабль плавно движется вдоль причала) и наблюдает за падением капель из рукомойника, видит, что капли падают вертикально вниз по прямой относительно стен каюты и конструкции рукомойника. Тогда как для наблюдателя, находящегося на причале, капли падают по

параболе, поскольку и корабль, и рукомойник движутся относительно него с постоянной горизонтальной скоростью. Учёт всех этих обстоятельств при математическом расчёте указанных движений в системе причала, естественно, приводит к одному и тому же результату, при котором капля попадёт в то же самое место чаши, что и в системе корабля.

Хотя изначально ясно, что по-другому и быть не может, поскольку рассматривается одно и то же явление, но из разных систем отсчёта. Однако в системе отсчёта причала вполне законной будет постановка вопроса о степени влиянии движения корабля на силы тяготения и силы инерции, действующие в нём. Действительно, именно они определяют движение капли воды, представляя собой суть (механизм) рассматриваемого явления (ответ на этот вопрос может дать только принцип относительности Галилея - Эйнштейна).

3. При этом также очевидно, что описания явления, полученные в разных системах отсчёта, должны содержать некоторые величины, которые не изменяются при переходе от одной системы отсчёта к другой (так называемые инварианты). Такими инвариантами являются безразмерные величины, например: количество тел (или атомов), участвующих в явлении; отношение промежутков времени движения тел или процессов; отношение величин, характеризующих размеры тел (длин отрезков прямых) или расстояний между телами и т. п.

Это видно из вышеприведённого примера, если рассмотреть тот же самый случай с падением капель воды в чашу рукомойника. Отношения длин траектории движения капли для разных моментов времени в системах отсчёта корабля или причала будут выражаться одним и тем же числом. Например, отношение длины траектории падения капли, которую она пролетает за 1 секунду местного времени, к длине траектории, пролетаемой ею за 2 секунды, в системах корабля или причала будет выражаться одним и тем же числом. Те же самые утверждения будут верны и для отношения промежутков времени, например, интервала с момента падения капли до момента ее достижения определённой высоты от водной поверхности чаши ко всему промежутку времени падения капли.

Это отношение промежутков времени будет одним и тем же в обеих системах отсчёта. Иными словами, от произвольного выбора материального тела, с которым можно связать координатные оси и часы, то есть образовать системы наблюдения за любым физическим явлением, не могут зависеть безразмерные величины, отражающие внешние характеристики самого явления (инварианты).

4. Изначально очевидно и другое обстоятельство, вытекающее из рассматриваемого принципа. Это строгое выполнение закона причины и следствия, связывающего собой само явление и его причину, внутренний механизм явления (сущность) и его внешнее проявление, начало и конец любого физического процесса. Эти главные составляющие любого физического процесса, в принципе, не могут зависеть от выбора самой системы отсчёта (места наблюдения). Так, например, если движущиеся тела столкнулись в одной системе отсчёта, то этот факт не может измениться при переносе места наблюдения за ними в другую систему отсчёта. Ни в какой системе отсчёта этого финала движущимся телам не избежать. Данное утверждение верно и для любых других безразмерных величин (инвариантов), характеризующих любое физическое явление как таковое.

Немного из истории принципа

Если сделать экскурс в историю науки на предмет поиска основ происхождения принципа относительности Птолемея - Коперника, то сразу же натыкаешься на трагедию борьбы, связанную с отстаиванием своих взглядов на описание природы в целом, которая велась между сторонниками геоцентрической картины мира Птолемея и гелиоцентрической моделью Коперника. Тогда как с точки зрения современной физики, здесь нет никаких проблем, поскольку в разных системах отсчёта рассматривается одна и та же совокупность тел, движущихся в космическом пространстве.

В первом случае координатные оси системы отсчёта скреплены с планетой Земля, а во втором случае – со звездой, Солнцем. Если отвлечься от мировоззренческого аспекта проблемы (центра мироздания), то эти два способа физико-математического описа-

ния движения указанных астрономических тел равноправны, как равноправны и сами физические системы отсчёта, которые были выбраны для их описания.

Иными словами, современная наука, отказавшись от Птолемеевой картины мира, всё же не отказалась от Птолемея подхода в описании видимого движения планет по небесной сфере. Более того, ею были введены в практику ещё несколько астрономических систем координат. Общеизвестны такие системы координат, как горизонтальная, экваториальная (Птолемея), эклиптическая (Коперника), галактическая. При этом выведены уравнения преобразования координат астрономических объектов при переходе из одной системы наблюдения в другую.

Так что не следует умалять роль теории Птолемея в развитии науки в целом, которая является грандиозным успехом человеческой мысли в математическом анализе явлений природы. Теория позволяла заранее вычислять положение планет с весьма высокой точностью – до 10 угловых секунд. К тому же заметим, что сам Птолемей считал свою систему описания движения планет не физической теорией как таковой, отражающей обустройство природы, а только математическим способом расчёта положения космических тел на небесной сфере. И, более того, он никогда не претендовал на то, чтобы сложная математическая конструкция его способа вычисления выражала бы собой истинное существо вещей (строение видимой Вселенной), как это ошибочно полагают в наши дни [14].

Равноправие систем наблюдения

Иными словами, в физике нет никаких оснований отдавать приоритет какой-либо одной из систем наблюдения (например, геоцентрической или гелиоцентрической), считая его (приоритет) делом только вкуса и философских предпочтений учёного.

И даже требование простоты описания наблюдаемых явлений не помогает в решении этого вопроса, поскольку сама по себе «простота описания» является искусственным условием (по мнению А. Пуанкаре – конвенционным соглашением). То есть она не

является физическим законом природы, который наделял бы систему отсчёта с наиболее простой формой уравнений движения тел какими-то особыми материальными свойствами.

Несомненно, что именно это обстоятельство, связанное с равноправием систем, подкрепляется математическим положением о том, что описание движения тел, то есть уравнения их движения, полученные в одной системе отсчёта, принципиально могут быть математически преобразованы в уравнения движения этих же тел, найденных в другой системе отсчёта.

Заметим, что хотя здесь и ведётся речь о чисто внешних (кинематических) формах математического описания движения взаимодействующих тел (уравнениях движения), тем не менее они всё же отражают в себе те физические законы природы, в соответствии с которыми осуществляется это движение (физическое явление). При этом также очевидно и то, что сама математическая система преобразования уравнений движения тел из одной системы отсчёта в другую не претендует на прямое отражение в себе каких-либо основополагающих физических законов природы. То есть таких законов, которые способны изменять физические характеристики наблюдаемых тел и закономерностей их движения, поскольку они отражают в себе только кинематику относительного движения систем. Повторимся: движение тел в пространстве как природное явление не зависит от систем наблюдения за ними и количества систем.

5.2. Принцип относительности Галилея – Эйнштейна

В отличие от предыдущего принципа, принцип Галилея – Эйнштейна указывает на особое устройство природы, состоящее в том, что в ней есть целый класс выделенных (особых) систем отсчёта – инерциальных систем. Это такие системы, в которых оси координат и часы связаны с материальным телом, движущимся по инерции в пустом пространстве.

Заметим, что инерциальных систем отсчёта, находящихся в относительном движении по отношению друг к другу, бесконечно много. А сущностью принципа является догадка (эвристическое

утверждение), что именно во всех таких системах любой физический эксперимент (явление природы) происходит (реализуется) одинаковым образом. То есть процессы протекания однотипных природных явлений в разных инерциальных системах отсчёта тождественны друг другу и не зависят от относительной скорости движения самих систем.

Оттеним эту существенную особенность принципа: в нем говорится о сравнении физических процессов протекания множества однотипных физических экспериментов (природных явлений), которые проводятся в разных инерциальных системах отсчёта. А не об одном и том же опыте (природном явлении), наблюдаемом из разных систем отсчёта, о чём идёт речь в принципе Птолемея - Коперника.

Все попытки найти какое-либо логико-теоретическое обоснование реальности существования в природе принципа Галилея – Эйнштейна сводятся только к философской категории – «простоте устройства природы».

Действительно, что может быть проще предположения, что природа устроена таким образом, что все физические явления протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчёта, то есть не зависят от скорости движения тел, которые участвуют в этом явлении. Такое предположение значительно упрощает математические расчёты, связанные с рассмотрением физических процессов в движущихся системах. Оно также освобождает воображение от необходимости анализа физической ситуации при планировании каких-либо мероприятий в таких системах (например, при создании космической техники, то есть работе устройств в условиях относительного движения). И к тому же всё значительно упрощается при изучении различных физических явлений (выявлении причин их возникновения, механизмов и внешних признаков проявления), которые происходят, например, на других планетах, звёздных системах или движущихся космических кораблях. Поскольку утверждается, что «там» - на кораблях, планетах и звёздах - независимо от существенных различий в относительных скоростях движения этих тел все эксперименты с материальными телами протекают точно так же, как и «здесь» - на Земле, на месте наблюдения за

ними. Резюмируя сказанное выше, укажем только на то, что никаких логико-теоретических оснований (обоснований или доказательств) у этого принципа не было обнаружено.

Немного истории

Исторически принцип опирается только на догадку, которая внезапно возникла в сознании Галилея, наблюдавшего за падением капель воды из рукомойника в подставленную чашу и следившего за полётом мух в своей каюте (что, видимо, аналогично легенде с падением яблока у Ньютона). Наблюдения относились к моментам времени, когда корабль стоял неподвижно у причала и когда плавно двигался вдоль него [15].

Перенесение этого единичного наблюдения на всё многообразие механических явлений природы, происходящих в различных инерциальных системах отсчёта (как результат вольного обобщения догадки), явило собой рождение принципа относительности Галилея. Лоренц и Пуанкаре, распространив его на электромагнитные явления (включая в них и электромагнитные волновые процессы – свет), тем самым ввели в область теоретической физики уже обобщённый принцип относительности. Пуанкаре пояснял это тем, что к тому времени Майкельсоном не был обнаружен «эфирный ветер», а известные опыты первого порядка укладывались в схему принципа относительности Галилея [15]. Формально это выразилось в математическом требовании (в аксиоме) сохранения формы записи уравнений, описывающих свойства материальных тел во всех инерциальных системах отсчёта. Так возник математический аналог физического принципа относительности – положение о ковариантной форме записи уравнений математической физики. Этим тезисом в полной мере воспользовался Эйнштейн, последовательно строя на нём свою специальную теорию относительности.

Распространение принципа на электромагнитные явления, а в дальнейшем на все явления природы без какого-либо исключения, предложенное Эйнштейном в 1905 году, как раз и привело к появлению принципа относительности Галилея – Эйнштейна. Создан-

ная им специальная теория относительности (СТО) являет собой попытку применения принципа относительности Галилея к электромагнитным явлениям. Принцип позволяет внести симметрию в законы электродинамики только на основании использования понятия «относительного движения» тел, полностью исключая понятие «абсолютной системы отсчёта», связанной с ньютоновским понятием пустого космического пространства как реального «тела», обеспечивающего существование сил инерции [16].

Изучение научных работ Эйнштейна касательно данной проблемы показало, что к такому убеждению он пришёл только на основании отрицательного результата опыта Майкельсона по измерению абсолютной скорости движения нашей планеты. Все его разъяснения по поводу оснований принципа относительности, которые он излагал в своих научных и научно-популярных печатных работах, сделанные им в течение всей его жизни, основываются именно на этом историческом опыте и ни на чём другом.

В генезисе физического знания о природе указанная догадка под мощным воздействием математики выросла до твёрдой (бесспорной) убеждённости современных физиков-теоретиков, что природа устроена именно таким образом и не как иначе. В ней (убеждённости) математический феноменализм относительного движения возведён в ранг главного закона природы, выраженного в ковариантной записи уравнений законов природы. По их адептов этого закона, принципу относительности должно быть подчинено всё в природе: от конкретных характеристик (свойств) материальных тел до мельчайших нюансов (особенностей) их движения.

Требование ковариантной записи законов природы как математического аналога физического принципа относительности Галилея - Эйнштейна в настоящее время представляет собой мощный способ теоретического исследования свойств окружающего мира, который доминирует над всеми другими методами получения нового знания.

Заметим, что если следовать логике получения достоверного знания о природе, то убеждённость в справедливости любого физического принципа должна быть непременно следствием обобщения опыта наблюдений за всеми явлениями природы, известны-

ми в данной области науки. К тому же само понятие достоверности знания предполагает, что наличие даже единственного отрицательного наблюдения является не просто тривиальным «исключением» из общего правила, а ставит под сомнение действенность самого правила.

Действительно, природа многообразна в своих проявлениях (или явлениях, что одно и то же). А число природных явлений бесконечно в любой области физического знания. Тогда как количество экспериментов, подтверждающих (причём косвенно, а не прямо) принцип относительности, единично. Иными словами, даже единственный положительный результат надо рассматривать как большую удачу, которую предоставил случай, памятуя о том количестве потенциальных «отрицательных» экспериментов, которое нам пока не известно. Напомним, что только в электродинамике (область действия СТО) к настоящему моменту времени уже известно достаточное количество опытов, находящихся в противоречии с принципом относительности. К ним относятся, например, униполярная индукция Фарадея, опыт Геринга, эффект Бьюли, явление взаимодействия электрических токов проводимости с электромагнитной волной, многочисленные опыты Сигалова, Николаева и др. исследователей.

5.3. Различие принципов

Заметим, что хотя принцип Галилея – Эйнштейна и находится в области действия принципа Птолемея – Коперника, формально (это уже отмечалось выше) они существенно отличаются один от другого. Действительно, принцип Галилея – Эйнштейна касается только одного вида систем отсчёта – инерциальных, тогда как принцип Птолемея – Коперника распространяется практически на все виды систем наблюдения.

При этом отметим, что одно дело – это наблюдать за явлением, которое происходит в движущейся системе объектов, и даже вычислить то, что можно наблюдать, если самому переместиться в эту же самую систему отсчёта (принцип Птолемея – Коперника позволяет это делать). Но совершенно иное дело утверждать, что

то явление, которое наблюдается экспериментатором в своей системе отсчёта, в случае его осуществления (реализации) в движении (то есть в движущейся системе отсчёта другого наблюдателя) будет происходить точно таким же образом, как оно реализуется в покое.

Суть первого принципа – это наблюдать и описывать одно и то же явление, находясь в разных системах отсчёта. А сущность второго принципа – это утверждать, что природа устроена именно так, что движение не сказывается на свойствах тел, участвующих в явлении.

Если в согласии с принципом Птолемея – Коперника движение наблюдателя не может оказывать какого-либо воздействия на свойства природы, то ему самому (наблюдателю) отведена роль только лишь созерцателя. Тогда как принцип Галилея – Эйнштейна формально представляет собой один из основных законов природы. А поскольку он выступает в роли своеобразной физико-математической аксиомы, то есть принимается как данность (без доказательства достоверности), он как бы предписывает природе то, какой ей быть. То есть изначально (до проведения необходимого количества наблюдений и экспериментов, а также их анализа) определяются свойства природы единственным волевым решением автора на основе его эвристической догадки или интуитивной убеждённости, а, возможно, и по наитию, т.е. «подсказки свыше».

Необходимо отметить, что предписывание строго определённых свойств самой природе семантически отличает физический принцип от гипотезы. Заметим, что гипотеза только предполагает наличие какой-либо причины явления, а также некоего механизма трансформации причины в наблюдаемое явление. Гипотеза подбирается такой, чтобы её дедуктивное (логико-математическое) развитие непременно привело бы к физическому явлению, которое она была призвана объяснить.

При этом заметим, что для объяснения возникновения любого конкретного физического явления может быть выдвинуто несколько независимых гипотез. Наука о творческой деятельности человека – «Эвристика» – и, конкретно, одна из её эвристических стратегий – «Абдукция» – утверждают, что любая гипотеза должна

пройти специальную проверку на реальность своего существования в природе, то есть должна быть или доказана, или отвергнута. Сам факт существования объясняемого ею явления не является доказательством объективности гипотезы, поскольку гипотез много, а истинная причина явления всё же одна.

В отличие от гипотезы, физический принцип изначально утверждает наличие определённых свойств у природы, то есть он сродни математической аксиоме, которая выдвигается без доказательства её истинности. Таким образом, по определению, достоверность любого принципа как закона природы не доказывается, он берётся априори как некая данность, истинность которой несомненна. Но тем не менее методом дедукции, то есть с помощью логико-математического формализма он (принцип) трансформируется в следствия теории (по сути, математические теоремы), олицетворяющие собой предсказываемые или уже наблюдаемые природные явления, которые автор теории хотел бы или иметь в природе, или объяснить их.

Отметим, что с выдвижением принципа, лежащего в основание теории, всё происходит точно так же, по тому же сценарию, как и с гипотезой. Однако в первом случае следствия теории (теоремы), тем более если они уже обнаружены в эксперименте, считаются бесспорным доказательством истинности выдвинутого принципа и построенной на нём теории. Тогда как гипотезе предписывается прямая проверка её существования в природе. Это обстоятельство является существенным современным отличием использования принципа от выдвижения гипотезы в поиске нового знания. Причём если в случае использования принципа были получены новые алгебраические соотношения между физическими величинами, то эти соотношения объявляются потенциальным открытием новых законов природы (сделанных как бы на «кончике пера») без тени сомнения как в истинности принципа, так и в достоверности метода получения нового знания (истинности математических теорем). Таким образом, в физике появился новый метод исследования природы (метод получения нового знания), названный выше методом математической гипотезы.

В предшествующем ему методе (методе аналогий) новый физический закон вырабатывался с помощью «постройки» вообра-

жаемой модели явления (механизма). Модель экспериментально дорабатывалась, при этом учитывались все нюансы физического процесса, переводящего причины в следствия, что, в конце концов, приводило к выработке алгебраической записи нового закона природы. При этом необходимо особо отметить, что перевод причин в следствия осуществляется за вполне конкретное время (время действия явления).

Тогда как в методе математической гипотезы механизм действия (протекания) физических явлений заменяется математическим формализмом. В этом случае описать в образах то, как протекают физические явления, просто невозможно. Действительно, невозможно описать (представить) то, каким образом происходит, например, сокращение линейных размеров тел в результате их относительного движения (как и все другие эффекты специальной теории относительности).

Однако заметим, что поскольку принцип всё же математически развивается в теорию, конечным результатом которой являются дедуктивные следствия (теоремы), то в этом отношении он формально не отличается от гипотезы, а, следовательно, вытекающие из него следствия не являются бесспорным доказательством реальности его существования в природе. Действительно, один и тот же экспериментальный факт может быть следствием различных теорий (принципов), которые порой могут быть альтернативными друг другу. А поэтому физический принцип так же, как и гипотеза, представляет собой только вероятное знание о природе, и его достоверность должна устанавливаться специальными экспериментальными методами.

При этом необходимо указать, что математические теории, которые обычно начинаются с выражений «допустим, что...» (далее должен излагаться «физический» принцип), достаточно спорны в физике, поскольку возможные допущения (принципы как начальные условия построения любой математической теории) могут вообще не иметь какого-либо отношения к основам природы, зачастую представляя собой чисто математические абстрактные объекты. Однако в отдельных случаях под воздействием успехов математики физики-теоретики стали искренне полагать, что

экспериментальная проверка исходных принципов таких теорий (подтверждение реальности их существования) уже даже и не обязательна. По их мнению, математика как часть природы не может ошибаться, рождая «абсолютно истинные» догадки, которые оформляются теперь в виде виртуальных образов. При этом полагая, что успех новой теории в «отображении» природы напрямую зависит от «...их достаточной безумности, чтобы они были правильными...», как когда-то утверждал основоположник современной физики Нильс Бор.

В контексте данного предложения семантика слова «безумность» означает собой не то, что понимается под этим словом в быту, а как раз наоборот – превосходную степень качества выдвигаемого нового принципа (его правильность как синоним реальности существования), но непременно лежащего далеко в стороне от существующих теорий (это яркий пример отсутствия аналогий, преемственности современных теорий). Причём эта безумность никак не может быть связана с обобщением опыта наблюдений, т.е. очевидной реальностью, а являет собой плод разгорячённого воображения учёного, витающего в облаках математических абстракций, в надежде на их адекватность в отображении действительности.

Превалирование математического феноменализма над опытом и его обобщением в изучении природы; увлечение принципами при игнорировании их эвристического характера (забывая о том, что они представляют собой лишь догадку, а не реальность как таковую); отход от закона причины и следствия в изучении явлений с его гипотезой неперменного существования внутреннего механизма явления и его внешнего проявления как раз и привели современную физику к кризису. Именно так обстоят дела с обобщением принципа относительности на все природные явления, происходящие в инерциальных системах отсчёта. Так построена специальная теория относительности, поскольку в её основании, в её исходных допущениях и положениях лежит не требование реальности их существования в природе, а только заявка на простоту догадки, будто бы обеспечивающую её исключительную правильность (истинность). А последующая разработка принципа в чисто

математическую теорию его приложений базируется на мнении, что математический феноменализм теории относительности является прямым отражением природных реалий.

Конечно, нельзя не отметить и то, что иные догадки могут правильно отражать свойства природы (поэтому нельзя сбрасывать со счетов высокую эффективность эвристических методов исследования природы как дальней разведки в научном поиске), но не следует забывать, что в область достоверного знания их переводит только опыт, экспериментальный факт.

Но вернёмся к задаче сравнения означенных принципов. Из приведённого анализа ясно, что это два совершенно разных утверждения, два различных физических принципа. При этом истинность заключений, основанных на применении принципа Птолемея – Коперника, подтверждается не только критерием очевидной независимости механизма явления от выбора системы наблюдения, поскольку изменяется только место наблюдения за одним и тем же явлением, но и всей практикой наблюдения за явлениями природы.

В то же время в современной физике общепризнано считать, что достоверность (объективная реальность существования) принципа Галилея – Эйнштейна теоретически (логически) не обоснована ничем и более того – нет каких-либо физических предпосылок к такому обоснованию. Этот принцип есть чисто эвристическое умозаключение о свойствах природы (догадка), которое может быть опровергнуто или подтверждено только экспериментальным путём.

Для признания принципа всеобщим законом природы его экспериментальное подтверждение (верификация) должно быть получено для всех известных физических явлений природы (без каких-либо исключений). Тогда как в прямых опытах была проверена лишь незначительная часть его следствий, следовательно, истинность принципа находится под вопросом уже только на этом основании. Действительно, пока точно неизвестно, а все ли явления природы подпадают под его действие, правильно ли толкуются те опыты, в которых он выполняется, и достаточно ли они точны для такого обобщения? До тех пор, пока не будут получены ответы

на поставленные вопросы, действенность принципа относительности Галилея – Эйнштейна будет считаться недоказанной. Подробно проблема верификации принципа относительности будет рассмотрена ниже.

6. Верификация принципа относительности

В парадигме современной физики под понятием «физический принцип» подразумевается фундаментальное утверждение о природных реалиях, основанное либо на многочисленных экспериментах, либо на концептуальном понимании причин явлений, а в идеальном случае, и на том и на другом. Для физического принципа особую важность имеет его обоснование (экспериментальное и логическое), поскольку он должен быть отражением действительности. Поэтому его верификация строго обязательна. Физические принципы не могут выдвигаться интуитивно, как математические аксиомы, которые, как правило, могут вводиться произвольно, например, в виде аксиомы о ковариантной форме записи уравнений математической физики. Для математики приведённого утверждения будет вполне достаточно, чтобы начать изыскания и разработку теории инвариантов четырёхмерной области пространства-времени относительно «пуанкаре-лоренцевой группы» преобразований.

А для исследования природы подобного утверждения, основанного на «очевидности» или «непротиворечивости существующему физическому знанию», будет явно недостаточно. В современной физике принцип относительности считается физическим, поскольку он прямо указывает на предполагаемое устройство природы, находясь в ранге одного из её основных законов, по которым реализуются природные явления. Он является «краеугольным камнем» в основании релятивистской физики, а поэтому верификация принципа является актуальной задачей современности.

Формально принцип заключается в утверждении, что во всех инерциальных системах отсчёта, находящихся в относительном движении, физические явления (без каких-либо исключений и при равных начальных условиях) протекают одинаковым образом.

Анализ формулировки показывает, что в реальности отсутствует какая-либо возможность (теоретическая и экспериментальная) непосредственно сопоставлять однотипные явления природы (с целью установления их тождественности, как это декларирует принцип), происходящие при разных скоростях относительного движения. Действительно, сравниваемые явления пространственно разделены и, более того, расстояние между ними непрерывно изменяется, что полностью исключает возможность их непосредственного сопоставления. Следовательно, прямых доказательств истинности принципа не существует.

Не разрешает проблему верификации предположение, что сравнение характеристик двух однотипных явлений можно произвести путём перевода материальных тел, участвующих в одном из сравниваемых явлений, из своей системы отсчёта в систему отсчёта другого явления (с последующим их возвратом), поскольку это делает возможным прямое сопоставление. Такая процедура сравнения возможна лишь в случае допущения, что в моменты перехода тел из системы в систему их характеристики остаются неизменными. Действительно, перевод тел с одной скорости движения на другую возможен только через их ускорение. Сама же процедура ускорения тел есть реальное физическое действие, связанное с использованием сторонней силы и с возникновением сил инерции. Иными словами – материальные тела, участвующие в реальных природных явлениях, не могут фантастическим (сказочным), т.е. виртуальным, образом переходить из одной инерциальной системы в другую, минуя стадию действительного ускорения. Как показывает практика, под действием сторонней силы происходят изменения как в форме движения материальных тел, так и в их физических характеристиках. Тела под действием силы могут, например, приводиться во вращение, а также изменять своё внутреннее состояние: деформироваться, нагреваться, намагничиваться и т. п.

Проявление изменений характеристик тел прямо зависит от величины их ускорения, что непременно должно сказываться и на физических явлениях, в которых они участвуют. Причём это может происходить как во время ускорения, так и после него. Например, хорошо известно из механики, что любое материальное тело

при достаточно большой величине ускорения может механически разрушиться под действием сторонних сил и сил инерции. Вследствие этой причины явление с участием данного тела может просто прекратиться, причём как во время действия такого ускорения, так и после него, когда разрушенное тело приобретёт необходимую скорость.

То же самое может произойти, если тело, сложное по элементному составу и находящееся в фазе жидкого или газообразного состояния, попадёт под действие ускорения и пространственно разделится на составляющие его компоненты (как это происходит в процессе центрифугирования), что изменит (или прекратит) любые химические реакции.

Биологические процессы также возможны только до строго определённых значений величин ускорений, превышение которых их прекращает и т. д. Перечисленные выше обстоятельства указывают, что не только во время ускорения материальных тел, но и после их действия сам процесс протекания механических, химических или биологических явлений, в которых они участвуют, может существенно измениться и даже стать невозможным (к биологическим объектам не вернётся жизнь, разрушенные тела сами по себе не восстановятся и т. д.).

Таким образом, с представленной выше позиции, принцип относительности требует определённых уточнений физических условий его применения. Это необходимо сделать хотя бы с точки зрения учёта величины ускорения, предшествующего наступлению постоянной скорости движения тела. В противном случае принцип узаконивает положение, что характеристики материальных тел (объектов) не изменяются во время их ускорения.

А если характеристики всё же изменяются, то, согласно принципу, они должны мгновенно восстанавливаться при прекращении действия на тела сторонней силы (независимо от того, какие бы изменения не происходили с телами во время их ускорения). Выполнение этого положения обязательно, чтобы явления продолжались в прежнем виде и объёме после достижения телами необходимой скорости движения, как того требует принцип.

Иными словами, согласно принципу, любая величина сторонней силы, действующая на материальные тела, не может изменить их

характеристик. Это утверждение, с точки зрения физической практики, абсолютно абсурдно и объясняется тем, что в формулировке принципа пространственная скорость перемещения природных явлений берётся как данность, как математическая абстракция, вычлененная из увязанных во временную последовательность событий, происходящих в природе, тогда как разрывы (или перескоки) в ней невозможны. В этом положении кроется основное отличие построений абстрактной математики от физических представлений природных реалий.

Не представляет возможности верификации принципа способ передачи информации о характеристиках явлений, который можно организовать между системами отсчёта. Заметим, что сравнение данных любого комплекса параметров, характеризующих явления, полученного с помощью измерений, будет неполным в силу ограниченности существующего знания как о самом явлении, так и о характеристиках материальных тел, которые в нём участвуют. Нельзя гарантировать, что в сравниваемом комплексе характеристик учтены все без исключения существенные параметры явления и за его границами нет ни одного такого, с помощью которого может быть установлено различие между явлениями. К тому же процедура измерения всегда выполняется с определённой точностью, то есть содержит ошибки измерения, величина которых может превышать различия сопоставляемых параметров, с учетом того, что степень различия при идентификации явлений неизвестна.

Парадигма современной физики включает в себе положение, что принцип может соответствовать объективной реальности в случае, если следствие, полученное на его основе в результате логических построений, будет совпадать с результатом эксперимента, специально поставленного по его проверке. Экспериментальное подтверждение такого следствия рассматривается как косвенная верификация того утверждения (принципа), из которого данное следствие было получено. Это положение может служить основанием для проверки истинности принципа относительности.

Формально, обобщённый принцип относительности (как математическая аксиома) был использован Эйнштейном при создании специальной теории относительности [16]. Некоторые следствия из этой теории могут быть экспериментально проверены.

Например, при создании теории, положение о постоянстве скорости распространения света во всех инерциальных системах отсчёта Эйнштейном было выделено в отдельный постулат. Без исследования причин, побудивших автора теории к этому шагу, в физике полагается, что данный постулат подпадает под положение принципа относительности и рассматривается как одно из его следствий. Действительно, поскольку область действия принципа распространяется на все природные явления (без какого-либо исключения), то в круг его приложения попадал и свет как электромагнитный волновой процесс, происходящий в вакууме (природное явление). Таким образом, верификация принципа стала увязываться с экспериментальным определением независимости скорости распространения света в вакууме от скорости движения приёмника волн.

С позиции субстанционального пространства, рассматривающей свет как волновой процесс в сплошной среде, его скорость относительно приёмника волн может быть какой угодно и зависит от скорости движения приёмника относительно среды волнового процесса (так называемого «эфирного ветра») [17].

Постановка подобных экспериментов, осуществляемых в настоящее время, всегда была не чем иным, как повторением опыта Майкельсона, только на современной приборной основе с использованием специальных источников электромагнитного излучения (мазеров и лазеров). Хотя ещё со времён первых опытов по поиску «эфирного ветра» (в которых путь света замкнут) было известно, что их отрицательный результат не имеет никакого отношения к принципу относительности [18].

Действительно, было установлено, что в таких опытах регистрируется не нулевое значение скорости «ветра», а свойство материальных тел изменять свои линейные размеры относительно направления их движения в субстанциональном пространстве. Эту гипотезу предложил Фитцджеральд, а Лоренц доказал её в самом общем виде, поскольку свет и материальные тела имеют одинаковую электромагнитную основу [19].

Было выявлено, что реальность (действенность) принципа относительности в экспериментах со светом можно установить толь-

ко с помощью опытов первого порядка (порядок опыта – это отношение скорости движения системы измерения к скорости света). То есть в прямых экспериментах по измерению скорости света, распространяющемуся в одном направлении. Однако на этом пути встречаются и казусы, когда постановщики эксперимента относили свою работу к опытам первого порядка, тогда как их современная критика, проводимая независимыми учёными, прямо отождествляет их с опытами второго порядка [20]. Здесь имеются в виду опыты Сидерхольма и др., в которых использовалось излучение, идущее от двух мазеров (а также в аналогичных экспериментах с лазерами) [21].

В объяснении отрицательных результатов этих опытов существенным является то, что частота электромагнитного излучения, генерируемая мазерами при разворотах установки на 180 градусов не изменяется только потому, что генерируемая частота определяется только геометрическими размерами резонаторов мазера и величиной скорости атомов, движущихся относительно них. Эти характеристики излучающей системы неизменны в течение всего опыта. Они не зависят от абсолютной скорости движения атомов (относительно неподвижного «эфира»), тогда как такую зависимость ошибочно предполагали авторы опытов [22].

Действительно, частоту излучения мазера определяют геометрические размеры его резонатора и величина скорости движения атомов относительно него. Но эти величины остаются неизменными в силу симметрии положений резонатора при развороте устройства мазера относительно вектора скорости его движения в пространстве (полной тождественности положений). Тогда как авторы эксперимента полагали, что относительная скорость движения атомов изменится при развороте мазера на 180 градусов, что должно привести к изменению частоты излучения мазера.

Но авторы опытов ошибались. На самом деле в конструкцию мазеров заложено использование резонансных эффектов, которые определяют частоту генерируемого мазерами излучения. Но линейные размеры резонатора не могут измениться при развороте его устройства на 180 градусов. Для таких изменений нет никаких причин. Основной фактор, который мог бы привести к таким

изменениям, это скорость движения мазера относительно предполагаемого физического вакуума (гипотетического эфира). Но она остаётся неизменной, так что линейные размеры резонатора не могут измениться.

Остаётся другой фактор, на который уповают авторы эксперимента, – это изменение скорости движения атомов относительно конструкции резонатора. Однако нет никаких оснований полагать, что разворот устройства мазера, которое генерирует направленный поток атомов, приведёт к изменению распределения скоростей движения атомов. Кривая распределения атомов по скоростям их движения относительно конструкции мазера останется прежней. Причём для стабилизации частоты генерируемого излучения в конструкцию мазера включены специальные устройства, которые из всего потока атомов пропускают в резонатор только атомы, движущиеся со строго определённой скоростью относительно резонатора. Эти «сепараторы скоростей» сделаны только для этой цели, и они никогда не пропустят в резонатор атомы, движущиеся с другими скоростями [23].

Так что задуманный эксперимент изначально был обречён на отрицательный результат.

При этом необходимо особо отметить, что постановщики опытов (как и их критики) не обратили должного внимания на эффект изменения частоты генераторов, который наблюдался только в моменты разворотов всей экспериментальной установки, хотя этот факт отмечался ими в протоколах опытов и отождествлялся с систематическими ошибками измерений. Но именно этот эффект свидетельствует о наличии «эфирного ветра» (впоследствии названный нами ротационно-частотным). Он всегда появляется во время разворота аналогичных устройств, и именно он изменяет частоты сравниваемых излучений, идущих от двух противостоящих генераторов. Прямо пропорциональная зависимость этого эффекта от угловой скорости вращения излучателей и линейной скорости их движения относительно физического вакуума позволяет измерять величину линейной скорости движения системы отсчёта (абсолютную скорость движения).

Впервые эффект был замечен в основополагающих опытах Майкельсона [24], а впоследствии и в экспериментах Миллера [25].

Эффект проявляется в систематическом сдвиге интерференционных полос, объяснения которому в то время так и не было найдено [26].

Наше объяснение базируется на действии двух факторов: угловой скорости суточного вращения Земли вокруг своей оси и её линейной скорости движения относительно физического вакуума.

Известны и более поздние опыты, основанные на прямом использовании этого эффекта [27, 28].

Экспериментальное подтверждение наличия «эфирного ветра» прямо указывает на субстанциональность пустого космического пространства, а тем самым, на несостоятельность принципа относительности. Действительно, принцип утверждает отсутствие любого взаимодействия материи с пустым космическим пространством (в противном случае принцип просто не выполняется). Иными словами, принцип превращает пространство в математический (виртуальный) объект.

При этом необходимо отметить, что все известные «волновые» эффекты – такие как эффект Доплера, Михельсона, Саньяка, Вавилова – Черенкова, ротационно-частотный – были предсказаны для волновых процессов в сплошных средах, где и были впервые обнаружены. А такие эффекты, как Михельсона, Вавилова – Черенкова и ротационно-частотный, без наличия среды волнового процесса объяснить вообще невозможно. Причём первые два прямо связаны уже не с кинематическими закономерностями, а с материальными свойствами сплошной среды [29].

Существование перечисленных эффектов в оптике, как и наличие «эфирного ветра», подтверждает материальность физического вакуума, а тем самым ошибочность положений принципа относительности.

Есть ещё одно фундаментальное следствие, вытекающее из принципа относительности, которое было выявлено при разработке специальной теории относительности и может быть использовано при его верификации, – это так называемое «положение об относительности одновременных событий», которое вводится (определяется) способом синхронизации часов, впервые предложенным Пуанкаре [30].

Было выявлено, что если инерциальную систему отсчёта (или экспериментальную установку, расположенную в ней), все часы которой были синхронизированы по способу Пуанкаре, развернуть на 180 градусов, то в новой позиции (местоположении) экспериментальной установки синхронизация её часов будет нарушена. То есть, если к часам применить ту же самую процедуру синхронизации, что и в начальной позиции, то выявится сдвиг по времени при регистрации синхронизирующих импульсов света. Тогда как в соответствии с требованием принципа относительности, этого быть не должно, то есть и при новой ориентации экспериментальной установки синхронизация её часов должна сохраниться. Это несоответствие принципу выявляется даже теоретически при использовании методики расчёта, принятой в специальной теории относительности и используемой её автором. Как и в СТО, этот факт выявляется, если наблюдать за описанной процедурой разворота движущегося экспериментального устройства (с его уже синхронизированными часами) из «покоящейся» инерциальной системы отсчёта.

Описанная несуразность в СТО относится не к числу известных парадоксов специальной теории относительности, а является внутренним противоречием принципа относительности. Этот теоретический (численный) эксперимент будет подробно рассмотрен в следующем параграфе [31].

Выше было приведено краткое изложение исторических вех релятивизма. Но в его генезисе нет даже краткого эпизода, связанного с доказательством (обоснованием) реальности существования в природе самого принципа относительности: ни теоретического, ни, тем более, экспериментального. Это обстоятельство удивляет. Бурное развитие принципа, видимо, связано только с его простотой физического представления и соображениями экономии труда и мышления при использовании в математической физике. Но эта кажущаяся физическая простота принципа и связанная с нею лёгкость вывода математических теорем (следствий) не сопоставимы с теми непреодолимыми трудностями, возникающими с получением доказательств его истинности, которые к настоящему моменту времени отсутствуют в истории физической науки.

Сам принцип – это своеобразный мираж в теоретической физике, легко доступный для понимания, притягивающий к себе математической стройностью выводов теорем и грандиозностью физического толкования отображаемых ими необычных следствий, лежащих далеко за границами обыденного воображения человека, однако мгновенно исчезающий при первых же попытках обоснования его истинности. Для математики он являет собой безупречную аксиому, тогда как для физической науки он всего лишь предположение, недоказанная гипотеза, далеко отстоящая от природных реалий.

7. Парадокс относительности одновременных событий

7.1. Основы парадокса

В качестве доказательства утверждения, вынесенного в заголовок данного параграфа, укажем на нестыковку обобщенного принципа относительности с его выводами (теоремами), полученными при его применении к оптическим явлениям, происходящим в пустом космическом пространстве.

Действительно, в согласии с основным положением принципа относительности Галилея – Эйнштейна (полное наименование принципа), все физические явления протекают (происходят) одинаковым образом во всех инерциальных системах отсчёта. Сами инерциальные системы находятся в движении по отношению друг к другу. Это положение распространяется и на все без исключения электромагнитные явления. В частности, на процессы образования и распространения электромагнитных волн в пространстве (в том числе и света). Следовательно, согласно данному положению принципа (его логике), скорость света (электромагнитных волн), которая является основной характеристикой любого волнового процесса (электромагнитного явления), должна быть одной и той же во всех инерциальных системах отсчёта.

Однако это очевидное следствие принципа автор СТО вынужден был выделить в отдельный постулат, названный им «принципом постоянства скорости света». Несомненно, что это было сделано

под влиянием следующего неоспоримого астрономического факта. Свет как самодостаточный объект (будь то световые частицы Ньютона, фотоны Эйнштейна или электромагнитная волна гипотетического светового эфира) движется в том же самом (или в одном и том же) космическом пространстве, что и все материальные тела Вселенной. С этими телами Вселенной, которые движутся по инерции, только и возможно связать часы и координатные оси для образования множества инерциальных систем отсчёта.

Иными словами, свет не может принадлежать ни одной из этих инерциальных систем отсчёта в виде какой-либо их части (одного из элементов целого). В этом смысле свет является «внесистемным» объектом, поскольку он существует сам по себе, как и сами инерциальные системы отсчёта, которые одновременно с ним находятся в этом же самом космическом пространстве.

Напомним, что инерциальные системы отсчёта могут быть образованы часами и линейками координатных систем отсчёта, которые жёстко связаны с любыми материальными телами, движущимися по инерции в космическом пространстве. При этом скорость движения материальных тел по отношению друг к другу в этом едином для них пространстве может быть самой различной, вплоть до скорости света.

С кинематической точки зрения, алогизм между положениями принципа и наблюдательной астрономией (классической механикой) состоит в следующем. Свет как обособленный физический объект движется в том же самом физическом пространстве, что и координатные оси инерциальных систем отсчёта, которые связаны с реальными материальными телами. А эти тела могут двигаться с разными скоростями по отношению друг к другу. Но тем не менее по отношению к каждой из них (реальных тел и их координатных осей) он (свет), в соответствии с принципом относительности, имеет не различные скорости относительного движения, а одну и ту же.

Это утверждение принципа предлагается принять как данность (постулат), невзирая на наблюдательные факты практической механики. Заметим, что эти факты отображены в кинематических соотношениях хорошо выверенных и известных классических за-

конов физики. А из этих закономерностей (фактов) явствует, что скорость движения материального тела всегда имеет различные значения по отношению к любым наблюдателям, движущимся относительно друг друга.

Действительно, свет, распространяясь от далёких звёзд к нашей планете, проходит области космического пространства, которые являются общим пространством как для него самого (света), так и для множества инерциальных систем отсчёта, находящихся в этом пространстве. Это обстоятельство является прямым основанием к утверждению, что движение объектов и света в одном и том же пространстве будет происходить с соблюдением всех кинематических закономерностей относительного движения.

Именно это обстоятельство, то есть общность пространства как для материальных тел, так и для света (как самодостаточных объектов, характеристики которых не зависят от наличия в пространстве других объектов и которые в своей общей совокупности являются атрибутами относительного движения предметов реального мира), а по сути, и объективность существования самого космического пространства приводит к противоречию принципа относительности с фактами практической классической механики и астрономии (астрофизики).

Практика астрономических наблюдений и выводы из неё показывают, что свет независимо от того, какой объект он собой представляет (корпускулы Ньютона, фотоны Эйнштейна или электромагнитную волну), имеет различные скорости движения в системах отсчёта, находящихся в относительном движении. Этот факт подтверждается, например, результатами астрономических наблюдений, выполненными в системе отсчёта, связанной с горизонтом далёких звёзд. «Горизонт далёких звёзд» представляет собой своеобразную общую систему отсчёта (можно сказать, абсолютную), в которой совершается всё многообразие относительного движения всех тел бесконечной Вселенной без какого-либо исключения. В этой системе отсчёта скорость света различна по отношению к любому космическому объекту, который в ней движется. Это строго установленный наблюдательный факт.

На закономерностях относительного движения тел, наблюдае-

мых в инерциальной системе отсчёта, связанной с нашей планетой, базируются исследования К. Рёмера, следившего за затмениями спутников Юпитера. Это уже астрономический факт локальной системы отсчёта. Работы Дж. Бадделя, изучавшего явление аберрации света звёзд, имеют отношение к тем же самым кинематическим закономерностям относительного движения тел, связанных с системой отсчёта Земли. Как и опыт Майкельсона, основанный на эффекте Саньяка, определивший вращение Земли вокруг своей оси. Он так же опирается на законы кинематики относительного движения тел, как и многие другие астрономические и астрофизические явления. Все эти наблюдения указывают на то, что скорость света в системе отсчёта Земли имеет различные значения относительно направления её движения в космическом пространстве.

Однако в теоретической физике было установлено, что в первом приближении кинематические закономерности относительного движения материальных тел совпадают с аналогичными закономерностями движения тел в абсолютной системе отсчёта. Например, в системе отсчёта, связанной с горизонтом далёких звезд (здесь скорость света постоянна только относительно космического пространства), в которой уравнения, отображающие эти два вида движения, существенно различаются, но тем не менее при этом все известные кинематические эффекты совпадают друг с другом. Однако если увеличить точность рассмотрения кинематических закономерностей абсолютного и относительного движения тел (вторая степень приближения), то обнаруживается их теоретическое расхождение. На этом теоретическом фоне общепринятая трактовка результата опыта Майкельсона позволила автору СТО предположить всеобщий характер относительного движения тел. Иными словами, принцип относительности не только должен был находиться в основании объяснения всех астрономических наблюдений, но и представлять собой основной закон природы.

Но при этом свет и пустое космическое пространство, которые в умах физиков и астрономов отождествлялись с самодостаточными объектами природы, входили в противоречие с декларируемым принципом относительности. Это обстоятельство особо ярко подчёркивалось тем фактом, что скорость распространения света

в космическом пространстве не зависит от наличия в нём других тел. Иными словами, скорость света (да и само его существование) не зависело от того, есть ли в пространстве, где он распространяется, другие объекты Вселенной или нет. Как и от того, что случилось с источниками электромагнитных волн, которые излучили свет. Или от того, есть ли в этом пространстве приёмники электромагнитных волн (света), или их нет.

Это противоречие автор СТО связал с принципом постоянства скорости света. Тогда как свойства всех остальных природных явлений он априори считал соответствующими обобщённому принципу относительности. Именно таким образом в физику вошло «кажущееся» противоречие между принципом относительности и принципом постоянства скорости света.

Именно на это обстоятельство следует обратить особое внимание. Действительно, Эйнштейн в водной части СТО очень незаметно для читателей подменил астрономические и астрофизические наблюдения (факты) принципом относительности, противопоставив его принципу постоянства скорости света. Прочитируем автора СТО: «...Это предположение (содержание которого в дальнейшем будет называться «принципом относительности») мы намерены превратить в предпосылку и сделать, кроме того, добавочное допущение, находящееся с первым лишь в кажущемся противоречии, а именно, что свет в пустоте всегда распространяется с определенной скоростью V , не зависящей от состояния движения излучающего тела...» [16].

Замена противоречия между принципом относительности и фактами практической астрономии на «кажущееся» противоречие между ним и принципом постоянства скорости света было сделано с одной единственной целью математически доказать их совместность, то есть непротиворечивость, в рамках единой теории, описывающей картину наблюдаемого мира. Иными словами, необходимо было найти такое теоретическое объяснение очевидной несуразице, которое позволило бы рассматривать факты практической астрономии с позиции реальности существования принципа относительности. А доказать это можно было только математически, практические же наблюдения не принимать во внимание,

основываясь на свободе выбора суждения. Что и было сделано, поскольку математика может всё, так как в ней всё зависит от начальных условий задачи и метода её решения (то есть цели доказательства). А это произвольные «вещи», полностью находящиеся во власти математика.

Опираясь на изложенное выше обстоятельство, автором СТО очень тонко (можно сказать, филигранно) была сделана и другая, более важная подмена, а именно: реальное космическое пространство было заменено на виртуальное, математическое пространство, лишённое каких-либо физических свойств.

Это основное следствие принципа относительности. Оно означает, что свет отделяется от реального космического пространства и перестаёт быть его характеристикой. Действительно, основным свойством пустого космического пространства, которое признавали исследователи всех времён, была его протяжённость и способность пропускать через себя свет. Свет от далёких звёздных объектов мог двигаться в пространстве миллиарды лет независимо от истории их дальнейшего существования. Он был в пути даже тогда, когда самих этих объектов уже не было в реальности (космическая катастрофа). В вопросах о свойствах световых явлений всегда использовалась аналогия со звуковыми процессами в сплошных средах. И в частности, в вопросах о скорости движения света в пустом пространстве. Эта аналогия была превалирующей. То есть полагалось, что свет движется с одной и той же скоростью относительно пустого пространства, как и звуковая волна относительно среды волнового процесса. Иными словами, скорость света признавалась одной из характеристик физических свойств космической пустоты. Принцип относительности отделил свет от космического пространства, а ведь он (свет) представлял собой реальный инструмент для его исследования. Поэтому оно (пространство) из реального объекта природы превратилось в его виртуальный математический образ.

Конечно же, в предисловии к своей работе (СТО) Эйнштейн прямо говорит о том, что её основанием явились отрицательные результаты по измерению скорости движения Земли относительно физического пространства (электромагнитного эфира), которые

были известны к этому моменту времени. В основании этих опытов были заложены световые явления. Но не поспешил ли автор СТО, объясняя эти результаты введением в парадигму физики так называемого обобщённого принципа относительности? Может быть, предварительно этот принцип надо было бы проверить на логическую непротиворечивость самому себе, перед тем как поместить его в основание всего физического знания науки о природе. А противоречия есть, и ниже нами будет это доказано.

Но тем не менее принцип относительности априори был признан в качестве одного из самых общих законов природы, и на его основе была развита вся современная релятивистская физика. А объяснение (разрешение) противоречия принципа относительности с предшествующим физическим знанием автор СТО, в рамках своей теории, связывает с положением об «относительности одновременных событий». Это положение основано на методике синхронизации часов, расположенных в инерциальных системах отсчёта. Доказательство непротиворечивости указанных выше двух принципов, полученное с позиции «относительности одновременных событий», как бы объединяет их в единое целое, а, по своей сути, математически подтверждает мысль, что принцип постоянства скорости света есть прямое следствие принципа относительности.

Но не только это обстоятельство было главной целью в доказательстве их совместности. Не менее важным здесь было то, что факты практической астрономии теперь можно было бы толковать по-иному, приписывая отрицательное гносеологическое (эпистемологическое) значение понятиям «очевидность наблюдения» и «здравый смысл», которые вытекали (следовали) с позиции наглядного представления физического механизма рассматриваемого природного явления. Наглядность представления механизма любого природного явления теперь становилась несопоставимой по значимости с безусловной истинностью математического феноменализма, не требующего физического объяснения получения своих выводов (теорем). Появился лозунг: природа как таковая не обязана быть нам понятна.

Более того, чтобы запретить критику СТО, адепты теории в

среде широкой научной общественности стали культивировать мысль, что понимание сути релятивизма доступно не всем, а только учёным с незашоренными взглядами на новые научные идеи, которые достаточно далеки от «здорового смысла» архаического физического знания «старой классической механики». В связи с чем на критику СТО решался далеко не каждый учёный, поскольку всем хотелось показать себя смышлёным человеком, хорошо видевшим все нюансы «прекрасного нового платья, «сшитого» для современной физической науки.

7.2. Доказательства наличия парадокса

По определению одновременность – это начало осуществления разных событий в один и тот же момент времени. Если события происходят рядом друг с другом (в одном месте), то вопрос об их одновременности решается однозначно, поскольку сопоставимы моменты времени их начал. Но если события случаются в разных местах, то об их одновременности можно судить лишь только после сравнения показаний часов, которые должны быть расположены рядом с каждым из них. Но перед этим указанные часы должны быть синхронизированы между собой.

Доказательство наличия эффекта «относительности одновременных событий» для различных инерциальных систем отсчёта автором СТО даётся на основе методики синхронизации часов, предложенной Пуанкаре. Методика зиждется на предположении, что во всех инерциальных системах отсчёта скорость света в любом направлении распространения должна быть всегда одна и та же. То есть пространство в таких системах должно быть изотропно [30].

Синхронизация часов, расположенных в любой из инерциальных систем отсчёта, базируется именно на положении изотропности скорости распространения света в каждой из таких систем отсчёта. Например, если в движущейся системе отсчёта есть стержень с закреплёнными на его концах часами (как это рассматривается в СТО), то в ней скорость распространения света всегда должна быть одной и той же при его распространении вдоль стержня

как в прямом направлении (т.е. от начала стержня к его концу), так и в обратном направлении (т.е. от конца стержня к его началу). Напомним, что в СТО синхронизация часов производится при строго параллельной ориентации продольной оси стержня вектору скорости движения «движущейся» инерциальной системы отсчёта относительно «покоящейся».

Часы считаются синхронизированными, если время движения света в прямом направлении (например, от первых часов ко вторым) равно времени движения света в обратном направлении (от вторых часов к первым). Равенство указанных промежутков времени удостоверяет равенство скоростей света. Но это утверждение будет справедливым только в случае, если пространство изотропно. В свою бытность Пуанкаре (как и Максвелл) считал, что в эксперименте проверить это утверждение нельзя ввиду очень большой величины скорости света.

Если две инерциальные системы отсчёта находятся в относительном движении, то, в соответствии с принципом относительности, принимается следующее положение. Все часы, как в «движущейся» инерциальной системе отсчёта, так и в «покоящейся», которые были синхронизированы по методике Пуанкаре, в этих системах отсчёта и только в них идут синхронно. Часы разных систем отсчёта друг с другом ничем не связаны и показывают своё «местное» время. Иными словами, если в инерциальной системе отсчёта синхронизированные часы показывают одно и то же время начала двух (или нескольких) событий, то такие события считаются одновременными. Данное положение принимается априори и полагается бесспорно истинным для любой иной инерциальной системы отсчёта.

Однако при наблюдении из «покоящейся» системы отсчёта за уже синхронизированными часами «движущейся» системы отсчёта выясняется, что её часы идут несинхронно (асинхронно), то есть показывают разное время начала одного и того же события. Заметим, что этот факт устанавливается только с помощью часов «покоящейся» системы отсчёта, которые также прошли синхронизацию по методике Пуанкаре. Иными словами, только из «покоящейся» системы отсчёта можно «увидеть», что в «движущейся» системе отсчёта часы идут несинхронно. Указанный несинхрон-

ный ход часов (в виде математического факта или теоремы) в СТО получило название «положение об относительности одновременных событий». Находясь в «движущейся» системе отсчёта (руководствуясь принципом относительности), факт несинхронного хода её часов проверить (доказать) принципиально нельзя [39].

Для конкретности доказательство наличия указанного «положения об относительности одновременных событий» в СТО приведём в виде численного эксперимента, суть которого заключается в следующем.

Берём две инерциальные системы отсчёта, которые находятся в относительном движении. Для определённости одну из них назовём «покоящейся», а другую «движущейся». Одноимённые координатные оси «покоящейся» и «движущейся» систем отсчёта строго параллельны. Перемещение «движущейся» системы отсчёта относительно «покоящейся» осуществляется с постоянной скоростью вдоль одной из её осей, например, оси ОХ. Изложенные выше условия проведения численного эксперимента указывают на то, что он находится в области применения принципа относительности и всех положений СТО. Все дальнейшие рассуждения будут также по возможности приближены к построениям СТО или даже скопированы с целью предотвращения их выхода за пределы действия положений принципа относительности.

Поскольку системы равноправны (основное положение принципа относительности) и скорость света в них имеет одно и то же значение и изотропна (принцип постоянства скорости света), то наблюдатели этих систем вправе применить к своим часам методу синхронизации часов, предложенную автором СТО и изложенную им в § 1 стр. 9.

Критерий синхронности хода двух часов, расположенных в одной системе отсчёта, например, часов А и В, состоит в следующем (цитируем часть текста из первого параграфа СТО): *«...Пусть в момент времени t_a «по А-времени» луч света выходит из А в В, отражается в момент t_b по «В-времени» от В к А и возвращается назад в А в момент t_a' по «А-времени». Часы в А и В будут идти, согласно определению, синхронно, если $t_b - t_a = t_a' - t_{b...}$ » [39].*

$$t_b - t_a = t_a' - t_b \quad (3).$$

Иными словами, автор СТО утверждает, что синхронность хода часов (точное совпадение мест расположения стрелок часов на их циферблатах) определяется равенством промежутков времени распространения света в прямом и обратном направлениях. А равенство указанных промежутков времени базируется на положении, что скорость света в инерциальных системах отсчёта не зависит от направления его распространения, то есть она изотропна.

Заметим, что в СТО изотропность скорости света в пространстве инерциальной системы отсчёта означает изотропность самого пространства этой системы отсчёта по всем другим её возможным характеристикам (параметрам). Это следует из принципа относительности. Иными словами, ответ на вопрос, а может ли быть пространство не изотропным по каким-либо другим параметрам, если её изотропность установлена с помощью измерения только скорости света, в СТО всегда отрицательный.

Описанная синхронизация часов производится для всех часов, расположенных только в своих системах отсчёта. При этом очевидно, что синхронно идущие часы одной системы отсчёта при наблюдении за ними из другой системы отсчёта будут обнаружены идущими несинхронно. Это связано с тем, что в них время распространения света между часами в прямом и обратном направлении будет разное (системы движутся друг относительно друга). Приведём полностью доказательство этого положения, изложенное в работе Эйнштейна, поскольку его выводы понадобятся нам в дальнейшем.

«...Представим себе, что к обоим концам стержня (A и B) прикреплены часы, которые синхронны с часами покоящейся системы, т.е. показания их соответствуют «времени покоящейся системы» в тех местах, в которых эти часы как раз находятся; следовательно, эти часы «синхронны в покоящейся системе». Представим себе далее, что у каждого часов находится движущийся с ними наблюдатель и что эти наблюдатели применяют к обоим часам установленный в § 1 критерий синхронности хода двух часов. Пусть в момент времени t_a (см. сноску: «Здесь «время» означает «время покоящейся системы» и вместе с тем «положение стрелки движущихся часов, которые находятся в том месте,

о котором идёт речь») из A выходит луч света, отражаясь в B в момент времени t_b и возвращается назад в A в момент времени t_a' . Принимая во внимание принцип постоянства скорости света, находим:

$$t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{c - v} \quad (4) \quad \text{и} \quad t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{c + v} \quad (5),$$

где r_{AB} - длина движущегося стержня, измеренная в покоящейся системе, c - скорость света, v - скорость движущейся системы отсчёта относительно покоящейся.

Итак, наблюдатели, движущиеся вместе со стержнем, найдут, что часы в точках A и B не идут синхронно, в то время как наблюдатели, находящиеся в покоящейся системе, объявят эти часы синхронными. Итак, мы видим, что не следует придавать абсолютного значения понятию одновременности. Два события, одновременные при наблюдении из одной координатной системы, уже не воспринимаются как одновременные при рассмотрении из системы, движущейся относительно данной системы...».

Указанное обстоятельство иллюстрируется рисунком 10 с изображённым на нем стержнем Эйнштейна, концы которого обозначены буквами A и B . В этих точках находятся часы. Положение стрелок на циферблатах часов отображают моменты времени, которые были описаны в тексте, расположенном выше.

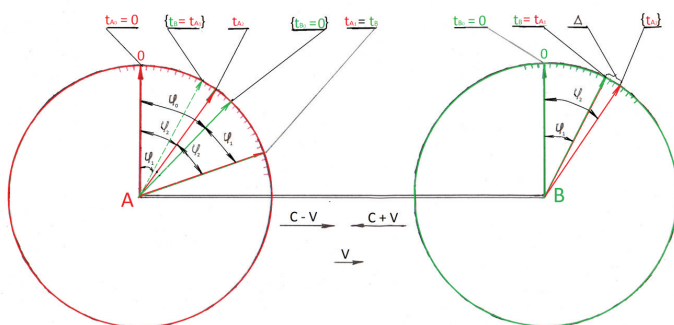


Рис. 10.

«Движущаяся» система отсчёта перемещается относительно «покоящейся» системы с постоянной скоростью V вдоль оси OX (показанной на рисунке вектором V).

Вектором $(c-v)$ передано направление распространения света от часов A к часам B , а вектором $(c+v)$ – направление распространения света от часов B к часам A в «покоящейся» системе отсчёта. **Напомним, что эти величины обнаруживаются только при наблюдении за движущимися часами из «покоящейся» системы отсчёта, и далее все расчёты и пояснения, которые будут приведены ниже, даны для «покоящейся системы отсчёта».**

Вычислим конкретную величину несинхронного хода часов A и B , которую обозначим значком Δ (разность показаний часов, или величину несовпадения мест положения стрелок часов на их циферблатах). Для этого воспользуемся тем же самым приёмом, который был применён автором СТО. То есть будем считать, что часы «...движущейся» системы отсчёта «синхронны с часами «покоящейся» системы, т.е. показания их соответствуют «времени покоящейся системы» в тех местах, в которых эти часы как раз находятся; следовательно, эти часы «синхронны в покоящейся системе...» [40].

Согласно методике синхронизации, в момент времени t_{A0} по часам A (см. рис. 10) возле них производится вспышка света (указанный момент времени t_{A0} принимается за начало отсчёта времени, т.е. $t_{A0} = 0$). Вспышка света достигает месторасположения часов B в момент времени $t_{B0} = 0$ по часам B (этот момент времени полагается началом отсчёта времени по часам B), запускает их и в тоже самое мгновение отражается в сторону часов A . Для наглядности сопоставления этот момент времени на часах A показан с помощью стрелки $t_{B0} = 0$.

Из кинематических представлений следует, что промежуток времени, прошедший от $t_{A0} = 0$ до $t_{B0} = 0$, может быть определён по формуле (4), поскольку свет догоняет часы B и его скорость относительно часов будет равна $(c - v)$, т.е.

$$t_{B0} - t_{A0} = \frac{r_{AB}}{c - v} = \frac{r_{AB} \cdot (c + v)}{c^2 - v^2}$$

Указанный промежуток времени равен повороту стрелки часов от положения $t_{A0} = 0$ до положения $t_{B0} = 0$ на угол φ_0 (см. рис. 10).

Отражённая вспышка света возвращается к часам А в момент времени t_{A1} по часам А. При этом полагается, что момент времени t_{A1} по часам А будет точно соответствовать моменту времени t_B по часам В. Согласно кинематическим представлениям, свет, который был отражён от часов В, распространяется навстречу движению часов А, относительно которых его скорость будет равна $(c + v)$. Следовательно, промежуток времени распространения света от часов В к часам А может быть вычислен по формуле (5), то есть

$$t_B - t_{B0} = \frac{r_{AB}}{c + v} = \frac{r_{AB} \cdot (c - v)}{c^2 - v^2} \quad (6).$$

Указанный промежуток времени соответствует углу φ_1 поворота стрелки часов В от положения $t_{B0} = 0$ в положение t_B . Этот же промежуток времени на циферблате часов А также соответствует углу φ_1 (см. рис. 10).

Согласно методике синхронизации часов СТО, которая выражается формулой (3), моменту времени t_B часов В должно ставиться в соответствие показание часов А, вычисленное по этой формуле: $t_b = \frac{1}{2} (t_a' + t_a)$. Но так происходит в «движущейся» системе отсчёта, в которой изначально полагается, что скорость света в прямом и обратном направлениях одна и та же.

Тогда как в «покоящейся» системе отсчёта скорость света в этих направлениях различна. А поэтому момент времени, равный половине движения света от часов А до часов В и обратно, вычисленный по этой формуле и обозначенный как t_{A2} , не будет равен интервалу времени движения света от часов В к часам А, т.е. моменту времени t_B . Действительно,

$$t_{A2} = 1/2 [t_{A1} - t_{A0}] \quad (7),$$

где: t_{A0} – момент времени, когда была произведена вспышка у часов А;

t_{A1} – момент времени, когда свет, отражённый возле часов В, вернулся назад к часам А;

t_{A2} – момент времени, соответствующий середине интервала времени между моментом вспышки света у часов А и моментом его возвращения от часов В к часам А.

Иными словами, согласно методике синхронизации часов, момент времени t_{A2} должен быть точно равен половине промежутка времени распространения света от часов А к часам В и обратно от часов В к часам А. На рис. 10 равенство указанных промежутков времени показано в виде равенства углов φ_2 , отложенных симметрично в обе стороны относительно положения стрелки часов t_{A2} . Именно в это положение (место) наблюдатель передвинет стрелку на циферблате часов А. Однако фактический промежуток времени, который затратит свет на преодоление расстояния от часов В к часам А, будет меньше. Это хорошо видно из рис. 10, если на циферблате часов В отложить момент времени t_{A2} . Это обстоятельство может быть доказано с помощью цифр.

Вычислим промежуток времени, прошедший между моментом времени t_{A0} и моментом времени t_{A2} . Согласно кинематическим закономерностям относительного движения, он вычисляется по формуле:

$$t_{A2}-t_{A0} = \frac{1}{2} \left[\frac{r_{AB}}{c - v} + \frac{r_{AB}}{c + v} \right] = \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} \quad (8)$$

Тогда как промежуток времени распространения света от часов В к часам А вычисляется по формуле (6). А из сравнения формул (6) и (8) видно, что моменты времени t_B и t_{A2} не совпадают (см. также рис. 10).

Разница в показаниях часов А и В определится по формуле:

$$\Delta = t_B - t_{A2} = \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} - \frac{r_{AB} \cdot (c - v)}{c^2 - v^2} = \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что для наблюдателя «покоящейся» системы отсчёта часы В «движущейся» системы отстают от показаний её часов А на величину Δ . Установленная (выявленная) разница в показаниях часов находится в области действия принципа относительности и является прямым следствием СТО. Иными словами, это есть конечный и конкретный результат вычислений, которые были положены автором СТО. А начало этому было положено непосредственно формулами (4) и (5) из текста его знаменитой статьи. Именно эти формулы доказывают «положение об от-

носительности одновременных событий» и именно из них следует конкретное значение разницы в показаниях часов А и В.

Примечание 1. Действительно, представленный строгий математический вывод формулы (9) является прямым продолжением выкладок Эйнштейна по доказательству «положения об относительности одновременных событий» и, по сути, конечным результатом вычислений, начатых автором СТО. Этот вывод, как и все другие доводы автора СТО, базируется только на принципе относительности и на одном из его прямых следствий – постоянстве скорости света во всех инерциальных системах отсчёта. При этом полагается (утверждается, причём безапелляционно), что в системе отсчёта самих часов после процедуры синхронизации эти же самые часы идут синхронно. Таким образом, указанная «асинхронность» часов есть явление относительное, зависящее только от выбора системы отсчёта и скорости её относительного движения.

В качестве резюме вышесказанному полагаем доказанным, что формула (9) есть прямое следствие СТО, которое базируется на её положении об «относительности одновременных событий».

Примечание 2. Следует обратить особое внимание на следующее обстоятельство, которое будет подробно рассмотрено ниже, в другом параграфе настоящей главы. Из формулы (9) следует, что величина асинхронного хода часов зависит от величины скорости относительного движения систем отсчёта.

Известно, что интервал скоростей движения различных инерциальных систем отсчёта в СТО ничем не ограничен (вплоть до скорости света), как и количество самих систем отсчёта. При этом возникает вопрос, а в какое положение на циферблатах часов «движущейся» системы отсчёта должны быть установлены стрелки, если за процедурой их синхронизации одновременно наблюдать из разных «покоящихся» инерциальных систем? Действительно, для всех этих инерциальных систем отсчёта «движущаяся» система перемещается с разными относительными скоростями, следовательно, для всех них разница в установке часов А должна быть различной (см. формулу 9). Тогда как «движущаяся» система одна для них всех, как и часы с их наблюдателями. Причём наблюдатель у часов А только один раз передвигает их стрелки в новое положение

ние, проделывая эту операцию по приходу вспышки, отражённой у часов В.

Так какая относительная скорость выявит этот единственный приход отражённой вспышки света?! Это обстоятельство (неопределённость, а, по сути, прямое нарушение положений СТО) является одной из сторон впервые выявленного парадокса «положения об относительности одновременных событий».

7.3. Две стороны парадокса

Наличие строго определённой величины несинхронного хода часов, зависящей от величины скорости относительного движения инерциальных систем отсчёта, порождает следующий непростой вопрос, возникающий перед СТО. Первоначальную формулировку вопроса можно представить в следующем виде. «Положение об относительности одновременных событий», которое проявляется в виде явления несинхронного хода часов, можно отнести к какому-то эффекту СТО, связанному с подходящей интерпретацией результата мысленного эксперимента, или к реальному природному феномену, который может быть обнаружен в эксперименте?

Вопрос возникает неслучайно. Действительно, с одной стороны имеется реальная возможность осуществления мысленного эксперимента, описанного СТО, поскольку в самом явлении могут быть задействованы вещественные объекты и связанные с ними события. А с другой стороны, в таком эксперименте может участвовать не только какая-то одна «особенная» пара систем отсчёта, а всё множество инерциальных систем отсчёта, которые только возможны в неограниченной Вселенной, что, конечно же, является епархией виртуальных (математических) образов.

Хотя и в реальности такую ситуацию с неограниченным количеством инерциальных систем отсчёта выявить тоже не сложно. Действительно, таких систем отсчёта (по определению), связанных с любыми материальными телами, находящимися в относительном прямолинейном и равномерном движении, во Вселенной бесчисленное множество. В нашем случае из всего этого множества систем отсчёта надо образовывать пары. Эти пары, состоя-

щие из двух систем, должны представлять собой «движущуюся» и «покоящуюся» системы отсчёта, которые аналогичны системам в мысленном эксперименте, изложенном в СТО.

Но есть одна особенность способа образования пар в предлагаемом нами эксперименте. Во всем этом множестве образованных пар роль «движущейся» системы отсчёта в каждой из них должна исполнять одна и та же инерциальная система. Поскольку в начальных условиях мысленного эксперимента СТО в участвующих в нём системах отсчёта оси координат только параллельны друг другу и ни одна из них не совпадает с одноимённой, никакого «столпотворения» из систем отсчёта не будет. Это положение будет представлять начальное условие о единой «движущейся» системе отсчёта для всех пар систем.

Особенностью (необычностью) самого предлагаемого эксперимента будет уже то, что наблюдатели этой единственной «движущейся» системы отсчёта всего лишь один раз произведут процедуру синхронизации своих часов. А поскольку она является составной частью каждой пары из множества всех пар систем, то это обстоятельство позволяет распространить «положение об относительности одновременных событий» на все эти пары без какого-либо исключения.

Перед тем как делать выводы из указанной особенности предлагаемого эксперимента, отметим, что эти начальные условия не противоречат логике СТО. Действительно, процедура синхронизации часов в «движущейся» системе отсчёта ничем и никак не связана с каким-либо свойством другой, «покоящейся», системы отсчёта, входящей в каждую такую виртуальную пару. И это обстоятельство распространяется на всё множество образованных пар систем. А поскольку это так, то свет как автономный объект природы, преодолев расстояние между часами А и В (в «движущейся» системе), определит тот единственный интервал времени, задающий поворот стрелок часов А (см. формулу (8)). И именно здесь возникает вопрос: а какой конкретной паре систем (из всего их множества) будет подходить этот единственный и конкретный интервал времени? Заметим, что только постановка этого вопроса уже сама по себе противоречит принципу относительности, а тем

более его главному тезису, что находясь в какой-либо из инерциальных систем отсчёта в принципе нельзя определить её абсолютное движение.

Тогда как возможный ответ на этот вопрос напрашивается сам собой. Поскольку все пары систем различаются друг от друга только скоростью движения «движущейся» системы отсчёта относительно «покоящейся», то не будет ли этот единственный интервал времени, величина которого зависит только от относительной скорости движения «движущейся» системы отсчёта, по величине этой скорости выявлять абсолютную систему отсчёта, то есть субстанциональное пространство?! А поскольку представленная логика проста, то есть возможная ошибка рассуждений была бы сразу обнаружена, то не является ли доказательство «положения об относительности одновременных событий» прямым доказательством несоответствия принципа относительности природным реалиям?! Это обстоятельство и является сутью непростого вопроса, поставленного перед СТО.

Назовём это обстоятельство **стороной А** «положения об относительности одновременных событий». Иными словами, устанавливая стрелки часов А в то или иное положение на их циферблате согласно методике синхронизации часов, мы вправе согласиться с тем, что выбранная методика соответствует сущности природы и часы идут синхронно только в системе отсчёта самих часов и не-синхронно в любой другой инерционной системе отсчёта. Причём сделано это утверждение на уровне принципа относительности, то есть проверить его в эксперименте нельзя.

Конечно же, согласно СТО, в системе отсчёта самих часов для её наблюдателей указанный интервал их асинхронного хода «не виден», его принципиально нельзя обнаружить (действие положений принципа относительности). Наблюдатели лишь устанавливая стрелки часов А в новое положение в соответствии с величиной интервала времени, затраченного светом на преодоление расстояния между часами А и В.

Процедура синхронизации часов (как и процедура проверки их синхронизации) основана на вспышке света и не допускает ничего иного (например, перенос часов А и В в одно место с целью срав-

нения их показаний). Несинхронный ход часов можно «заметить» лишь только из другой системы отсчёта.

А поскольку таких систем бесконечное множество, то и возникает описанная выше неопределённость. При этом нельзя даже помыслить, что одно-единственное однозначное положение стрелок часов А на их циферблате соответствует всему сомну инерциальных систем отсчёта (из которых образованы виртуальные пары систем) с их интервалом относительных скоростей от нуля до скорости света.

Именно конкретное местоположение стрелок определяется только одним-единственным интервалом времени, которое затрачивает свет при своём движении между часами. Заметим, что синхронизация часов делается наблюдателями «движущейся» системы отсчёта всего лишь один раз. При этом признаётся за факт, что установка стрелок часов не зависит от наличия других систем отсчёта. Перечисленная конкретность есть прямой антагонист принципа относительности, поскольку указывает на некую абсолютную систему отсчёта. Вот и возникла в СТО эта новая нелепость, в основании которой лежит сам принцип относительности!

Но есть и другая сторона «Положения об относительности одновременных событий», назовём её **стороной В**. Она появляется тогда, когда можно не соглашаться с положением А и утверждать, что природа устроена иначе, что все гипотезы (основанные на обобщении) или принципы (интуитивные догадки) об её устройстве можно проверить в эксперименте (верифицировать). Но тогда возникает вопрос, а как это можно сделать? Возможный ответ на данный вопрос всегда подсказывает направление поиска нового знания об устройстве природы.

При таком подходе можно предполагать, что истинность соглашения о синхронизации часов (её соответствие природным реалиям) можно всё же проверить, причём находясь в самой «движущейся» системе (установить его соответствие реалиям природы). Можно пытаться (даже необходимо) сделать это как теоретически (обнаружить в мысленных экспериментах), так и в прямых вещественных экспериментах. Повторимся, что эти утверждения каса-

ются только наблюдателей системы отсчёта, в которой происходит синхронизация часов.

Заметим, что на основании положения о безусловной истинности принципа относительности в СТО утверждение об асинхронном ходе часов в системе отсчёта самих часов проверить (обнаружить) никоим образом нельзя. Однако, на основании вышеизложенных обстоятельств (**сторона А**), это утверждение можно всё же уже оспорить, надо только развить логические доводы доказательства до конкретных чисел, то есть проделать численный эксперимент. А если это получится численно, то положение об «относительности одновременных событий» можно проверить и в реальном эксперименте. И сделать это необходимо уже только потому, что такого подхода к проверке принципа относительности (а, следовательно, СТО) ранее ещё никто не предлагал.

Вначале докажем на эту возможность теоретически. Эта возможность, как было показано выше, следует из положения СТО об «относительности одновременных событий», то есть оно само (положение) вступает в противоречие с принципом относительности, являясь как бы основанием его отрицания. Именно в развитии этого факта до методики численного эксперимента и заключена вторая часть парадокса «относительности одновременных событий».

Самым естественным в этом случае является задача точного вычисления промежутков времени движения света в прямом и обратном направлениях, то есть от часов А к часам В и обратно. Если это будет сделано для любой из рассматриваемых систем отсчёта, то, взяв отношение этих промежутков времени, мы получим инвариант. То есть просто число, которое будет таковым в любых других инерциальных системах отсчёта. Именно это число позволит сделать вывод об истинности (или ложности) принципа относительности, лежащего в основании «положения об относительности одновременных событий» в СТО. А начнём мы доказательство с подробного рассмотрения обстоятельств, связанных со **стороной А** «положения об относительности одновременных событий».

7.4. Противоречие, обусловленное кинематикой поступательного движения инерциальных систем отсчёта

Изложенное выше представление о множественности пар инерциальных систем отсчёта, в которых только одна из систем играет роль «движущейся» системы отсчёта, описанной в мысленном эксперименте СТО, может соответствовать системе, скреплённой с поверхностью нашей планеты. Общеизвестно, что движение нашей планеты по орбите вокруг Солнца происходит со скоростью V_0 равной 30 км/с. Налицо две системы: «движущаяся» система, связанная с планетой Земля, и «покоящаяся» система, связанная со звездой Солнце. Однако сама Солнечная система входит в состав звёзд нашей Галактики Млечный путь и движется относительно её центра с некоторой скоростью. Теперь движение Земли можно рассматривать уже в системе отсчёта, связанного с центром нашей Галактики. Как и другие её перемещения в составе более крупных космических объектов, которые неплохо иллюстрирует рисунок 11.

На этом рисунке представлена иерархия движений, в которых принимает участие наша планета. Эти данные астрономических наблюдений хорошо известны широкой научной общественности. Вращение Земли вокруг Солнца происходит со скоростью 30 км/с.

Солнечная система занимает строго определённое место в нашей Галактике Млечный путь, находясь от её центра на расстоянии примерно в 40 000 световых лет. А её вращение вокруг центра галактики происходит со скоростью 230 км/с. Заметим, что эту величину скорости движения Земли когда-то отстаивал Миллер, интерпретируя результаты своих опытов с интерферометром Майкельсона [41].

Тогда как движение нашей Галактики к центру Местной группы галактик под действием гравитационного притяжения Туманности Андромеды (галактики М31) происходит со скоростью 40 км/с.

Совместное движение центра Местной группы галактик к скоплению галактик в созвездии Девы и к Великому аттрактору совершается со скоростью 600 км/с.



Рис. 11.

Перечисленные объекты Вселенной (на рисунке 11 они обведены рамкой), да и сама планета Земля, рассматриваются в физике как инерциальные системы отсчёта, находящиеся в движении по отношению друг к другу. Таким образом, рисунок 11 является иллюстрацией положения, что одна и та же система отсчёта (Земля) может играть роль «движущейся» системы отсчёта в нескольких пар систем, которые подобны мысленному опыту, описанному в СТО. То же самое можно сделать и с промежуточными инерциальными системами, которые могут встретиться как самостоятельные объекты Вселенной, движущиеся, например, между Солнечной системой и центром нашей Галактики и т. д.

При этом заметим, что свет как самодостаточный объект движется в том же самом пространстве, что и обозначенные выше материальные тела и связанные с ними координатные оси систем отсчёта. Причём согласно логике кинематических закономерностей

стей, скорость света не может зависеть от наличия воображаемых координатных осей этих систем отсчёта в том месте пространства, где свет распространяется. То есть от того, находятся ли они (оси координат) в этот же самый момент времени в этом же самом пространстве, что и сам свет, или их здесь нет.

Следует отметить ещё одно важное обстоятельство, о котором лишь вскользь упоминалось выше. Все действия по синхронизации часов А и В осуществляют наблюдатели только «движущейся» системы отсчёта. Именно они производят вспышку света, фиксируют моменты времени прибытия света к часам В, а затем его приход назад к часам А. И именно они поворачивают стрелки часов А в новое положение на их циферблате.

В соответствии с выводами (теоремами) СТО, это положение стрелок часов А равно половине интервала времени, прошедшего между вспышкой света у часов А и приходом назад этого света, отражённого у часов В. При этом в соответствии с методикой синхронизации часов, наблюдатели твёрдо убеждены в том, что именно это положение стрелок часов А строго соответствует положению стрелок часов В.

Соответствует это обстоятельство действительности или нет, наблюдатели знать не могут, поскольку часы А и В разнесены, а других способов проверки его они просто не знают. Но самое важное в этом способе синхронизации часов состоит в том, что наблюдателями «движущейся» системы отсчёта никто не руководит из других систем наблюдения. Все действия они производят самостоятельно, руководствуясь информацией, получаемой только из своих измерений.

А вот наблюдатели «покоящейся» системы отсчёта «видят», что дело обстоит не так. В «движущейся» системе отсчёта, стрелки одних часов (А) сдвинуты относительно стрелок других часов (В) на величину Δ (формула (9)). И «видят» они эту разницу в результате сравнения положения стрелок этих часов с положением стрелок часов уже своей системы отсчёта, возле которых те находятся в момент сравнения показаний. То есть делают это они так, как это рекомендовал делать автор СТО. При этом заметим, что величина несовпадения положения стрелок часов А и В «движущейся» системы отсчёта находится в прямой зависимости от величины от-

носительной скорости движения «движущейся» и «покоящейся» систем отсчёта [40].

Если приведённую выше логику рассуждения распространить на иерархию инерциальных систем отсчёта, показанную на рис. 11, то возникнет следующая парадоксальная ситуация.

Так, если рассматривать движение Земли в системе отсчёта наблюдателя, связанного с Солнцем, то указанная скорость движения «движущейся» системы отсчёта, входящая в формулу (9), будет равняться 30 км/с. При этом в соответствии с методикой синхронизации часов, которая принята в СТО, наблюдатели «движущейся» системы отсчёта должны будут переустановить стрелки часов А в положение, равное половине интервала времени, прошедшего между вспышкой света (произведённой у часов А) и приходом этого же света, отражённого от зеркала, расположенного у часов В. Уточняем, что часы А и В находятся на поверхности планеты Земля и, в соответствии с формулой (9), разница в показаниях часов должна быть прямо пропорциональной орбитальной скорости движения Земли, то есть 30 км/с.

Тогда как в системе отсчёта «галактического наблюдателя» указанная скорость, входящая в уравнение (9), должна будет равняться уже 240 км/с (если измерения производить зимой) и 270 км/с (если измерения производить летом). Здесь положение стрелок часов А и В на их циферблатах, устанавливаемое их наблюдателями, должно быть уже совершенно иным, чем для «наблюдателя Солнечной системы». Оно должно соответствовать указанным выше скоростям: 240 км/с или 270 км/с. Обращаем внимание на то, что наблюдатели «Солнечной системы отсчёта» и наблюдатели «галактической системы отсчёта» одновременно наблюдают за одной и той же процедурой синхронизации часов А и В, которая независимо от них производится на поверхности планеты Земля. Возникает непростой вопрос, а в какое конкретное положение на циферблате часов А будут установлены их стрелки по результатам синхронизации часов?!

А если и далее продолжить это рассуждение, соблюдая иерархию систем отсчёта (см. рис. 11), в которых планета Земля движется со своей строго определённой скоростью в соответствии с

кинематическими закономерностями относительного движения? Например, за процедурой синхронизации часов наблюдать из инерциальной системы отсчёта Местной группы галактик. В этой системе отсчёта движение нашей планеты будет складываться уже из её орбитального движения вокруг Солнца, которое суммируется с движением Солнечной системы вокруг центра нашей Галактики Млечный путь, а та в свою очередь движется в сторону Туманности Андромеды, находясь в системе Местной группы галактик. И в этой грандиозной по масштабам инерционной системе отсчёта, согласно методике синхронизации часов СТО, положение земных стрелок часов А и В на их циферблатах должно соответствовать уже своим межгалактическим скоростям движения Земли с максимумом в 310 км/с.

То же самое должно происходить, если перейти к инерционной системе отсчёта, в которой Местная группа галактик движется в сторону Великого аттрактора. И в этой трудно вообразимой инерционной системе отсчёта положение стрелок земных часов А и В на их циферблатах должно также соответствовать уже своим все-ленским скоростям движения нашей планеты, входящим в формулу (9), с максимумом в 670 км/с.

Так в какое положение установят их земные наблюдатели? Какой конкретно скорости будет соответствовать эта установка?!

Анализируя вышеизложенное, отмечаем, что действия по синхронизации часов и их результат (установка стрелок часов А в строго определённое положение на их циферблате) производятся только в одной инерциальной системе отсчёта на одной и той же поверхности планеты Земля. Действия выполняются одними и теми же его участниками, и делается это всего один раз. При этом сама процедура синхронизации часов может наблюдаться из множества разных инерциальных систем отсчёта, находящихся в относительном движении, а не только из перечисленных выше! Так что возникший вопрос, а какой именно системе отсчёта будет соответствовать та единственная установка стрелок часов А, связанная с их синхронизацией, далеко не риторический.

Не вызывает сомнений, что конкретное положение стрелок часов А на их циферблате не может соответствовать одновременно

всем перечисленным выше (и иным) инерциальным системам отсчёта, поскольку это будет абсурд, который доказывается наличием различных относительных скоростей их движения. Логика приведённых рассуждений допускает предположить, что относительная скорость «движущейся» системы будет соответствовать только системе отсчёта, связанной с физическим вакуумом (субстанциональным пространством), где действительно скорость света не зависит от движения любой системы отсчета, то есть абсолютной системе отсчёта.

Так что трудно поверить в то, что наблюдатели перечисленного множества инерциальных систем отсчёта, свяжись они друг с другом каким-то фантастическим образом, сообщили бы друг другу, что каждый из них одновременно наблюдает (видит) какое-то своё, строго определённое и соответствующее скорости движения Земли в их системе отсчёта, положение стрелок на циферблате часов А, расположенных на Земле. Поскольку каждое из этих положений стрелок должно соответствовать принципу относительности, приводящему к «относительности одновременных событий» СТО. И в то же самое время наблюдаемое ими положение стрелок должно быть непременно одним и тем же для них всех, поскольку земные часы одни и те же для них всех и были синхронизированы всего один раз.

И это происходит невзирая на то, что за этой единственной операцией можно независимо друг от друга наблюдать как из Солнечной системы отсчёта, так и из какой-либо другой инерциальной системы. Причём смена места наблюдения за часами (и процедура их синхронизации) не может изменить ни в чем порядок действий и сами действия, связанные с синхронизацией часов, а тем более, изменить результат этой операции.

Налицо явная нелепица, вытекающая из множества взаимоисключающих утверждений, в основании которых лежат принцип относительности и его производная – принцип постоянства скорости света. И такую иллюзию (мираж) не сможет обеспечить или объяснить (разъяснить) никакое новое физическое положение (принцип или явление), как и никакой вывод (теорема) СТО. Именно это обстоятельство (как явное противоречие логического вывода с декларируемыми принципами) не даёт покоя исследователям.

Таким образом, открытое обстоятельство являет собой новый парадокс принципа относительности (поскольку принцип постоянства скорости света мы полагаем прямым следствием принципа относительности), своеобразную ранее незамеченную несущую СТО.

Так что истинная скорость нашей планеты и её направление относительно физического вакуума науке точно ещё неизвестны, и эксперимент, который будет описан ниже, есть одна из попыток её практического измерения. Но тем не менее представленной выше формулой (9) можно пользоваться, если вместо V_0 подставить действительную скорость движения планеты относительно физического вакуума (в литературе по релятивизму эта скорость носит название абсолютной).

7.5. Противоречие, обусловленное вращательным движением инерциальных систем отсчёта

Рассмотрим более подробно **сторону В** «положения об относительности одновременных событий», на которую ранее обращалось внимание. Было выяснено, что можно не соглашаться с выводами о невозможности проверки принципа относительности и утверждать, что природа устроена иначе, что все гипотезы (основанные на обобщении) или принципы (как интуитивные догадки) об её устройстве можно проверить в эксперименте (верифицировать). В связи с чем доказательство противоречивости принципа относительности можно провести как в виде численного эксперимента, так и с помощью реального опыта.

Начнём с численного эксперимента. Ранее было выяснено, что его суть заключается в вычислении времени движения света в прямом и обратном направлении (от часов А к часам В и назад, от часов В к часам А). Начальные условия проведения эксперимента будут такие же, как и условия мысленного опыта, описанного в СТО. При этом полагаем, что часы уже синхронизированы по методике, которую использовал автор СТО.

Из этих условий следует, что часы А спешат относительно часов В на величину, которая определена формулой (9). Но указан-

ный несинхронный ход часов действителен только в «покоящейся» системе отсчёта (наблюдаем в ней). Тогда как в «движущейся» системе отсчёта полагают безусловную синхронизацию часов А и В, что следует из утверждений принципа относительности. Поэтому все нижеследующие рассуждения и расчёты ведутся только в «покоящейся» системе отсчёта. Кратко суть численного эксперимента будет заключаться в следующем.

Оба наблюдателя, находящиеся у уже синхронизированных часов А и В «движущейся» системы отсчёта, в одно и то же время (например, в 10 часов утра) по своим часам производят вспышки света. Этот момент является для них началом отсчёта времени.

Затем они же фиксируют момент прихода света от вспышки, произведённой у противоположных часов. Промежуток времени, прошедший между 10 часами утра и моментом прихода света от вспышки, произведённой у противоположных часов, является измеряемым промежутком времени для наблюдателей часов А и В. Для наблюдателя часов В указанный интервал времени является временем движения света в прямом направлении (по ходу движения «движущейся» системы), а для часов А – временем движения света в обратном направлении (против хода движения «движущейся» системы).

Далее величины этих промежутков времени сравнивают между собой по длительности (берётся их отношение). Процедура сравнения можно проделать следующим образом. Для этого, например, наблюдатель, который располагается возле часов В, по каналу радиосвязи передаст данные об измеренном им интервале времени наблюдателю часов А (и наоборот).

Отношение измеренных интервалов времени представляет собой безразмерную величину (это просто число) и является инвариантом. Известно, что инварианты не изменяются от того, в какой из инерциальных систем отсчёта их «наблюдают». Иными словами, это отношение должно быть одним тем же вне зависимости от того, в какой из систем отсчёта измерять указанные промежутки времени: в «движущейся» или в «покоящейся» системах отсчёта.

Таким образом, отношение интервалов является своеобразным критерием оценки истинности принципа относительности. Дей-

ствительно, принцип утверждает, что скорость света в любой инерциальной системе отсчёта будет иметь одну и ту же величину и эта скорость изотропна. То есть величина скорости не зависит от направления, в котором свет распространяется. Следовательно, в «движущейся» системе отсчёта указанное отношение промежутков времени должно быть равно единице. Но в этой системе отсчёта упомянутое положение принципа теоретически проверить нельзя, оно берётся как данность.

Однако в «покоящейся» системе отсчёта отмеченное утверждение можно проверить численно, поскольку из неё можно наблюдать как за процедурой синхронизации часов в «движущейся» системе отсчёта, так и за измерением упомянутых промежутков времени.

После процедуры сравнения интервалов времени стержень с закреплёнными на его концах часами А и В разворачивают так, чтобы эти часы поменялись местами (стержень поворачивают на 180 градусов). И вновь, например в 11 часов утра, производят аналогичные вспышки света и фиксируют момент прихода света от вспышки, произведённой у противоположных часов. Затем эти промежутки времени сравнивают между собой по длительности (также берётся их отношение).

Величины отношений интервалов времени от замеров, произведённых в 10 и 11 часов, сравнивают друг с другом. Выше утверждалось, что согласно принципу относительности (то есть основному положению СТО), эти отношения в системе отсчёта самих часов (в «движущейся» системе отсчёта) должны совпадать друг с другом и быть равны единице. Проверим это отношение в «покоящейся» системе отсчёта.

Действительно, интервалы времени между описанными выше событиями, происходящими в «движущейся» системе, могут быть вычислены при наблюдении за ними из «покоящейся системы отсчёта». Напомним, что согласно методике автора СТО часы «движущейся» системы показывают время той точки «покоящейся» системы, в которой они находятся в данный момент времени.

В связи с чем учитывается, что часы в «движущейся» системе

идут несинхронно (смотри формулу (9)), а скорость света в ней в прямом и обратном направлениях будет различна (смотри формулы (4) и (5)).

Вычислим интервал времени, измеренный часами А в эксперименте, проведённом в 10 часов утра.

Указанное обстоятельство иллюстрируется рисунком 12. На нем изображён стержень Эйнштейна, концы которого обозначены буквами А и В. В этих точках находятся часы. Положение стрелок на циферблатах отображает моменты времени, которые будут описаны в тексте, расположенном ниже.

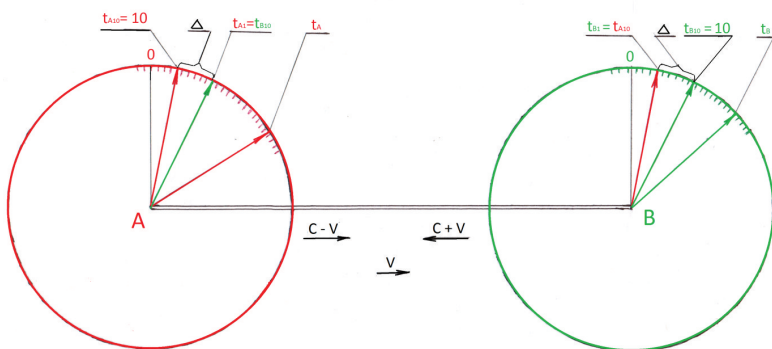


Рис. 12.

«Движущаяся» система отсчёта перемещается относительно «покоящейся» с постоянной скоростью V вдоль оси OX (показанной на рисунке вектором V).

Вектором $(c-v)$ передано направление распространения света от часов А к часам В, а вектором $(c+v)$ – направление распространения света от часов В к часам А.

Вычислим интервал времени движения света от часов В к часам А, измеренный часами А.

Поскольку часы В отстают на величину Δ относительно часов А, то вспышка света по часам А была произведена не в $t_{A10} = 10$ часам утра, а с опозданием на величину Δ (см. формулу (7)) в t_{A1} .

$$t_{A1} = t_{A10} + \Delta = 10 + \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} \quad (10).$$

Времени движения света от часов В к часам А (по часам А) определится по формуле:

$$\Delta t_{BA} = \frac{r_{AB}}{c + v} \quad (11).$$

Показания часов А (по часам А) в момент прихода света определится по формуле:

$$t_A = t_{A1} + \Delta t_{BA} = 10 + \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} + \frac{r_{AB}}{c + v} = 10 + \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} \quad (12).$$

Интервал времени между 10 часами утра и временем прихода вспышки света по часам А определится по формуле:

$$\Delta t_A = t_A - t_{A10} = 10 + \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} - 10 = \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} \quad (13).$$

Аналогичный интервал времени может быть определён и для часов В. При этом надо не забывать, что часы В отстают по отношению к часам А, следовательно, вспышка света у часов А была произведена не ровно в $t_{B10} = 10$ часам утра по часам В, а раньше, в t_{B1}

$$t_{B1} = t_{B10} - \Delta = 10 - \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} \quad (14).$$

Времени движения света от часов А к часам В (по часам В) определится по формуле:

$$\Delta t_{AB} = \frac{r_{AB}}{c - v} \quad (15).$$

Показания часов В (по часам В) в момент прихода света определится по формуле:

$$t_B = t_{B1} + \Delta t_{AB} = 10 - \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} + \frac{r_{AB}}{c - v} = 10 + \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} \quad (16).$$

Интервал времени между 10 часами утра и временем прихода вспышки света по часам В определится по формуле:

$$\Delta t_B = t_B - 10 = 10 + \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} - 10 = \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} \quad (17).$$

Из формул (13) и (17) видно, что Δt_A и Δt_B равны друг другу, следовательно, интервалы времени, измеренные часами А и В, одинаковы, а их отношение равно 1. Обозначим это отношение через

$$k_{10} = \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} = 1$$

В качестве вывода из сделанного сравнения укажем на то, что интервалы времени (а следовательно, и вычисленные величины скорости света) будут одинаковы в обеих системах отсчёта. То есть их отношение, равное единице, представляет собой инвариант в «покоящейся» системе отсчёта (то есть там, где он был получен). А, следовательно, это отношение, равное единице, так же экспериментально будет получено и в «движущейся» системе отсчёта (хотя здесь оно постулировалось). Данное обстоятельство означает, что скорость движения света в прямом и обратном направлении в «движущейся» системе будет полагаться одной и той же.

После первой части эксперимента стержень с закреплёнными на его концах часами А и В разворачивают так, чтобы часы поменялись местами (стержень поворачивают на 180 градусов). И вновь, например в 11 часов утра, в месте расположения каждого часов производят аналогичные вспышки света и фиксируют момент прихода света от вспышки, произведённой у противоположных часов. Величины замеров интервалов времени, измеренных каждым наблюдателем по своим часам, между 11 часами и временем регистрации вспышки света, произведённой у противоположных часов, сравнивают друг с другом.

При расчётах учитывается, что часы в «движущейся» системе идут не синхронно. Напомним, что, согласно условиям опыта, предполагается, чтобы часы «движущейся» системы отсчёта идут синхронно с часами «покоящейся» системы, а вычисления ведутся в «покоящейся» системе, то есть эти условия эксперимента остаются

такими же, как и в первой части опыта. При этом полагается, что процесс разворота стержня не влияет на прежнюю синхронизацию часов А и В и часы В по-прежнему отстают от показаний часов А на величину Δ , как это следует из формулы (9). Скорость света в «движущейся» системе отсчёта в прямом и обратном направлениях, как и в первой части опыта, будет также различна (смотри формулы (4) и (5)).

Указанное обстоятельство иллюстрируется рисунком 13. На нем изображён стержень Эйнштейна, концы которого обозначены буквами А и В. В этих точках находятся часы. Напомним, что часы А и В поменялись местами (стержень был повернут на 180 градусов). Положение стрелок на циферблатах часов отображают моменты времени, которые были описаны в тексте, расположенном ниже.

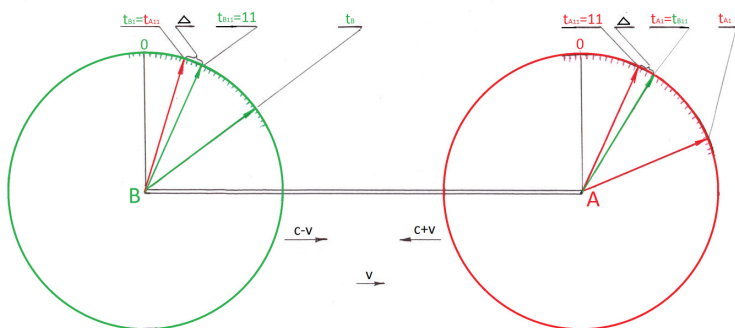


Рис. 13.

«Движущаяся» система отсчёта перемещается относительно «покоящейся» системы с постоянной скоростью V вдоль оси OX (показанной на рисунке вектором V).

Вектором $(c-v)$ передано направление распространения света от часов А к часам В, а вектором $(c+v)$ – направление распространения света от часов В к часам А.

Вычислим интервал времени, измеренный часами В, для эксперимента проведённого в 11 часов утра.

Поскольку часы В отстают на величину Δ относительно часов А, то вспышка света, произведённая у часов А, была произведена не в 11 часов утра по часам В, а раньше, на интервал времени, равный величине Δ (см. формулу 9). Обозначим момент вспышки света через t_{B1} по часам В.

$$t_{B1} = t_{B11} - \Delta = 11 - \Delta = 11 - \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} \quad (18).$$

Времени движения света от часов А к часам В (по часам В) определится по формуле:

$$\Delta t_{AB} = \frac{r_{AB}}{c + v} \quad (19).$$

Показания часов В (по часам В) в момент прихода света t_B определится по формуле:

$$t_B = t_{B1} + \Delta t_{AB} = 11 - \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} + \frac{r_{AB}}{c + v} = 11 + \frac{r_{AB} \cdot (c - 2v)}{c^2 - v^2} \quad (20).$$

Интервал времени между 11 часами утра и временем прихода вспышки света по часам В определится по формуле:

$$\Delta t_B = t_B - t_{B11} = t_B - 11 = 11 + \frac{r_{AB} \cdot (c - 2v)}{c^2 - v^2} - 11 = \frac{r_{AB} \cdot (c - 2v)}{c^2 - v^2} \quad (21).$$

Аналогичный интервал времени может быть определён и для часов А. При этом надо учитывать, что часы В отстают по отношению к часам А, следовательно, вспышка света у часов В была произведена не ровно в 11 часов утра по часам А, а позже, в $t_{A1} = t_{A11} + \Delta = 11 + \Delta$.

$$t_{A1} = t_{A11} + \Delta = 11 + \Delta = 11 + \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} \quad (22).$$

Времени движения света от часов В к часам А (по часам А) определится по формуле:

$$\Delta t_{BA} = \frac{r_{AB}}{c - v} \quad (23).$$

Показания часов А (по часам А) в момент прихода к ним света определится по формуле:

$$t_A = t_{A1} + \Delta t_{BA} = 11 + \frac{r_{AB} \cdot v}{c^2 - v^2} + \frac{r_{AB}}{c + v} = 11 + \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} \quad (24).$$

Интервал времени между 11 часами утра и временем прихода вспышки света по часам В определится по формуле:

$$\Delta t_A = t_A - 11 = 11 + \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} - 11 = \frac{r_{AB} \cdot c}{c^2 - v^2} \quad (25).$$

Из формул (21) и (25) видно, что они (формулы) различны, следовательно, интервалы времени, измеренные часами А и В, будут разными. Их отношение определится по формуле:

$$k_{11} = \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} = \frac{c}{c - 2v} = \frac{1}{1 - \frac{2v}{c}} = \frac{1}{1 - 2\beta} \approx 1 + 2\beta \quad (26).$$

где: $\beta = \frac{v}{c}$.

Интервалы времени, измеренные часами А и В, будут разными в обеих системах отсчёта, поскольку их отношение, выраженное формулой (26), представляет собой инвариант (число) в «покоящейся» системе отсчёта (то есть там, где он был получен). А, следовательно, это отношение должно сохраниться и в «движущейся» системе отсчёта.

Формально данное обстоятельство $k_{11} \neq 1$ будет означать, что скорость движения света в прямом и обратном направлении в «движущейся» системе отсчёта будет разной, то есть в этой системе отсчёта пространство анизотропно по отношению к скорости света.

Не имеет смысла доказывать, что разворот стержня ещё один раз на 180 градусов возвратит часы А и В в их исходное положение, при котором производилась их синхронизация. Выполнение этого действия сделает интервалы времени, распространения света в прямом и обратном направлениях опять одинаковыми.

Таким образом, расчёты выявили зависимость величины промежутков времени распространения света, движущегося между одними и теми же пунктами, от ориентировки прямой, соединяющей эти пункты, относительно вектора скорости «движущейся»

системы отсчёта. Это утверждение считается верным при условии сохранения первоначальной синхронизации часов после того, как был осуществлён разворот стержня на 180 градусов.

Указанное условие является единственным новым допущением, которое несколько выходит за круг начальных условий мысленного эксперимента СТО. Но оно не может сказаться на инерциальной характеристике движущейся системы отсчёта. Разворот стержня Эйнштейна – это, по сути, поворот измерительного прибора, который не влияет на свойства пространства, в котором он расположен.

А поскольку разворот прибора выявляет асимметрию свойств пространства, то для того, чтобы оспорить этот результат и сохранить реноме принципа относительности, его (результат) можно было бы связать с ошибкой измерения. Единственная причина, которая может привести к этой ошибке, это сам разворот прибора. Действительно, во время разворота (вращения прибора) возникают центробежные силы инерции, которые действуют на конструкцию всего устройства. А действие сил на прибор может служить основанием к утверждению о низкой (недостовой) точности измерения.

Способы устранения ошибок измерения хорошо известны в экспериментальной физике, а поэтому нет надобности в их перечислении. Здесь важен другой момент – это последующий разворот стержня ещё на 180 градусов, который вернёт прежние интервалы времени. А этот аргумент уже будет невозможно списать на точность измерений, и вследствие этого анизотропия свойств пространства «движущейся» системы отсчёта будет считаться научно доказанным фактом, находящимся в противоречии с утверждениями принципа относительности.

Это обстоятельство является нонсенсом принципа относительности, поскольку именно на его основании было выявлено данное противоречие. Описанный выше численный эксперимент прямо свидетельствует об этом.

Указанное следствие численного (мысленного) эксперимента возможно проверить в натуральном исследовании, что позволяет уже перед самой природой поставить вопрос о соответствии принципа относительности природным реалиям (свойствам природы).

Действительно, если в реальном опыте разворот стержня на 180 градусов не повлияет на величину промежутков времени распространения света, движущегося между часами в прямом и обратном направлениях, то это будет означать, что принцип относительности представляет собой один из важнейших законов природы. В этом случае будет верна и теория относительности Эйнштейна (не может же разворот одного измерительного прибора повлиять на изотропные свойства пространства любой инерциальной системы отсчёта).

Но если такое не произойдёт, а это следует из приведённых выше расчётов, то принцип относительности, на котором базируется специальная теория относительности Эйнштейна, будет считаться не соответствующим реалиям природы. При этом СТО получит статус сугубо частного решения очередной математической проблемы, не имеющей никакого отношения к свойствам и закономерностям природных явлений. Проблемы, связанной с выявлением особенностей системы уравнений, с помощью которой производят преобразования независимых переменных (находящихся в уравнениях математической физики) при их переводе из одной системы отсчёта в другую при условии сохранения ковариантной формы записи уравнений.

Описанный выше мысленный эксперимент (как возможный вариант реального опыта) принципиально отличается от известных ранее опосредованных вещественных экспериментов по проверке оснований СТО. Действительно, предшествующие опыты заключались в проверке выводов (теорем) СТО, например, в измерении абсолютной скорости движения системы отсчёта или в установлении функциональной зависимости массы, времени, длины от скорости движения материальных объектов и т. п. Тогда как описываемый выше численный эксперимент напрямую связан с проверкой непротиворечивости построения теории, в основании которой лежит принцип относительности.

Проверка (установление или доказательство) реальности существования в природе парадокса «положения об относительности одновременных событий», которое, как известно, в своей основе также базируется на принципе относительности Галилея – Эйн-

штейна, это также проверка СТО, но уже совершенно иного качества. Это проверка соответствия выводов (теорем) математической теории её начальным условиям (постулатам используемой математической модели теории), которая выполнена с использованием внутренней логики самой теории.

Действительно, изложенный численный эксперимент не есть прямое сопоставление теорем теории соответствующим им природным реалиям, то есть тому, что является результатом (фактом) настоящих вещественных проверочных экспериментов. А это есть соответствие результатов работы предполагаемого внутреннего механизма теории как природного явления (а, по сути, логики теории) декларируемым свойствам природы, которые изначально положены в «устройство» этого механизма в виде принципов, отражающих собой наиболее общие свойства природы.

Например, весь практический опыт человечества указывает на то, что результат одного и того же физического процесса во всех инерциальных системах отсчета должен быть одним и тем же (результат не может предшествовать причине, как и количество тел, участвующих в явлении и т. д.). Тем более это очевидно, когда дело касается инвариантов любого природного явления, выражаемых безразмерными величинами (т.е. просто числами: например, одно тело больше другого, длительность одной реакции больше длительности другой и т. п.).

Но если выдвигается основание, согласно которому в любой из инерциальных систем отсчёта отношение каких-либо физических величин должно быть равным конкретному числу, а наблюдения показывают, что это не так, то от этого положения следует отказаться. Если строгие логические выводы (теоремы) теории противоречат положениям, на которых она основана, то они не могут претендовать на ранг основания математической теории, а тем более на звание самого общего закона природы.

Если установленный выше математический факт (парадокс «положения об относительности одновременных событий») применить к СТО, то необходимо отметить, что он основан только на вращении стержня, приводящего к смене положений часов в пространстве. Причём это вращение физически не может и не долж-

но изменять темп хода часов и сказываться на величине их синхронизации. Практически данное требование возможно соблюсти при условии малых значений величины центробежного ускорения, действующего на стержень и часы. Технически это выполнить довольно просто.

При этом необходимо предвидеть возможное ужесточение именно этого требования к условиям описанного опыта со стороны релятивистов. Они могут потребовать исключения каких-либо ускорений вообще как основы разрешения данной проблемы в рамках СТО. Это можно сделать с помощью утверждения, что стержень и часы находятся как бы в особой вращающейся системе отсчёта, свойство которой непредсказуемы, поскольку она не инерционна. Такое в практике релятивистов случается «на каждом шагу», когда решаются принципиальные расхождения СТО и альтернативных ей теорий. С математической точки зрения, вращение прибора и вращение системы отсчёта, связанной с этим прибором, понятия одного ранга.

Конечно же, тем самым релятивисты могут поставить под сомнение состоятельность (безупречность) всех известных опытов по определению скорости движения нашей планеты относительно физического вакуума (абсолютной системы отсчёта), в которых приборы (интерферометры) приходилось вращать. Например, опыты Майкельсона, Морли, Сидерхольма и многих других, которые, как известно, до сего времени служили в качестве экспериментального монолита, положенного в основание СТО. Но что не сделаешь ради чести мундира.

Действительно, если вспомнить, то в соответствии с методикой проведения эксперимента Майкельсона и аналогичных ему, в них производится разворот измерительного устройства (интерферометра). А это обстоятельство указывает на возникновение центробежных ускорений, которые могут деформировать элементы конструкции интерферометра (как и в нашем случае) и приводить к возможным ошибкам измерения.

Отметим, что вращение одного из приборов инерциальной системы отсчёта не может сказываться на всей системе в целом и на её инерционных свойствах, а, тем более, трактоваться как нарушение условий применимости положений СТО. На это обстоятельство (вращение измерительного прибора) как причину несоответ-

ствия методике экспериментов (которые были перечислены выше) условиям применимости положений СТО никто даже из самых ретивых антирелятивистов никогда не ссылаясь. В связи с чем сами опыты всегда трактовались и трактуются как экспериментальное основание СТО.

Разрешение внутреннего противоречия принципа относительности, связанного с синхронизацией часов, возможно и с помощью натурального эксперимента, то есть при постановке вопроса перед самой природой. Заметим, что методика описанных выше опытов может быть реализована при измерении абсолютной скорости движения нашей планеты. А описанный эффект представляет собой научное обоснование для постановки принципиально новых экспериментов по обнаружению абсолютного движения Земли (см. формулу (26)). Действительно, атомные часы, имеющие относительную точность хода 10^{-12} , которая сохраняется в течение длительного времени, позволяют довольно просто осуществить подобные опыты.

Таким образом, теоретическое открытие ещё одной несуразности принципа относительности под названием «парадокс относительности одновременных событий» позволяет несколько под иным углом зрения взглянуть на безупречность истинности СТО, а по сути, и всего релятивизма, который является краеугольным камнем всей современной теоретической физики. А сомнение в правильности построения здания физической науки, которое сейчас даже не мыслится без релятивизма, а не то что обсуждается (даже на «кухне»), всегда приводит к поиску истины, что не может навредить физической науке в принципе, а только лишь укрепит её. Как говаривал Джеральд Мэсси: «Ложь не перестаёт быть ложью, даже если в неё верят миллионы людей». Описание подобного эксперимента будет приведено ниже, в одном из параграфов этой книги.

8. Внутреннее противоречие принципа относительности Галилея – Эйнштейна

8.1. Парадокс «близнецов»

Определение понятия «парадокс» представляет собой формально-логическое противоречие между исходным положением и выводами из него, которое возникает в формальной логике любой науки при сохранении логической правильности хода рассуждений. Последовательное применение положений принципа относительности к физическим явлениям, которые совершаются в инерциальных системах отсчёта, приводит к несовместимости выводов (следствий) логических построений и самим принципом. В формальной логике подобное противоречие между исходным допущением и выводами указывает на то, что причиной несовместимости является сам принцип. Следовательно, принцип относительности, который в современной теоретической физике представляет собой один из её основных законов, не соответствует природным реалиям. «Парадокс близнецов» является одним из подобных, широко известных противоречий принципа относительности, который появился в науке как одно из следствий специальной теории относительности (СТО). Другой несуразностью принципа относительности, который также следует из выводов СТО, является «парадокс относительности одновременных событий», наличие которого было аргументировано выше, в параграфе 7.

В своих работах Эйнштейн только дважды прямо комментировал эффект замедления времени, вытекающий из специальной теории относительности как одно из её следствий, который эффектно был представлен Ланжевеном под названием «парадокс близнецов». Первый раз Эйнштейн соглашался с тем, что «парадокс близнецов» – это просто красочная иллюстрация одного из эффектов теории относительности. Но через 8 лет, после разгоревшейся дискуссии о том, что указанный парадокс является собой доказательство наличия внутреннего противоречия его теории, он выступил с его опровержением – с «доказательством» того, что замедление времени «движущихся» часов не зависит от того, в какой системе

отсчёта рассматривается данный эффект. Эйнштейн утверждал, что в системах отсчёта «движущихся» или «покоящихся» часов эффект замедления времени «движущихся» часов всегда должен быть одним и тем же. Но проделал он это не в рамках специальной теории относительности, в недрах которой возник парадокс, а с привлечением положений общей теории относительности. А само «доказательство» было представлено им только в виде намёка на такую возможность, без привлечения каких-либо вычислений, приводящих к конкретным цифрам, то есть не так, как это делал Ланжевен. С тех пор этот намёк так и вошёл во все монографии по релятивизму и физические справочники. И никто из эпигонов релятивизма так и не удосужился дать конкретику намёку Эйнштейна. Тогда как подробное рассмотрение парадокса с привлечением положений общей теории относительности указывает на иное: парадокс так и остаётся яркой нелепостью применения принципа относительности к физическим явлениям.

Название «парадокс близнецов» возникло при попытке красочно проиллюстрировать один из выводов СТО, заменив часы неподвижной и движущейся систем отсчёта на братьев-близнецов. Согласно СТО, движущиеся часы идут медленнее, чем покоящиеся. Вследствие этого эффекта СТО длительность путешествия со скоростью, близкой к скорости света, может составить один год, тогда как на Земле пройдут столетия. Это следует из формулы преобразования времени

$$T_{U_1} = T_{U_2} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (27).$$

Здесь: T_{U_1} – время «движущихся» часов U^1 ;

T_{U_2} – время «покоящихся» часов U^2 ;

v – скорость «движущихся» часов относительно «покоящихся» часов;

c – скорость света.

Поэтому, если один из братьев-близнецов стартует на ракетном корабле с Земли и с огромной скоростью будет путешествовать в космосе 1 год, то, вернувшись на родную планету, застанет здесь

своего брата уже глубоким стариком, поскольку на Земле за время его путешествия может пройти до сотни лет.

Этот красочный пример привлёк внимание научной общественности тем, что, если строго придерживаться логики рассуждений СТО, то нет никакой возможности выяснить, какие из двух часов, расположенных в рассматриваемых системах отсчёта (Земля и ракетный корабль), идут медленнее и какому из братьев грозит старость. Действительно, согласно принципу относительности, все инерциальные системы отсчёта равноправны и движение относительно, а поэтому невозможно определить, какая из систем движется, а какая покоится. В самом деле, относительно планеты в движении находится ракетный корабль, тогда как относительно корабля в движении будет находиться Земля.

Именно это обстоятельство не позволяло однозначно установить, а в какой из двух систем отсчёта часы отстают, когда для сравнения показаний часы помещают рядом друг с другом. Ведь даже самые рьяные приверженцы СТО не станут утверждать, что из двух покоящихся и расположенных друг возле друга часов каждые отстают друг от друга.

А любопытен «парадокс близнецов» ещё и тем, что при разъяснении (трактовке) математических закономерностей СТО Эйнштейну пришлось изменить своё мнение относительно механизма возникновения разности хода часов. Это обстоятельство являет собой яркий пример того, что математика бессильна в отображении чёткости своих пророчеств и для исключения неточностей и недоразумений нуждается в привлечении описания физических механизмов предсказанных ею явлений. Иными словами, только физические механизмы явлений чётко отражают суть природы в сравнении с безликими формулами метода математического феноменализма.

Действительно, первоначально эффект замедления времени был следствием СТО, то есть результатом относительного движения систем отсчёта. Именно так «старение» одного из близнецов в 1911 году толковал и сам Эйнштейн [32].

Тогда как последующее, «более правильное» объяснение (разъяснение) парадокса, которое было предложено им в 1918 году, связывалось уже не с относительной скоростью движения систем от-

счёта, а с их ускорением. Причём именно ускорение, а не скорость, теперь он считал ответственным за разность в возрасте близнецов [33].

Из изложенного видно, что взгляд создателя СТО на механизм действия открытого им нового явления природы явно эволюционировал от объяснения к объяснению.

Хотя и здесь, в его новом разъяснении, приверженцы релятивизма грубо нарушают логику своих рассуждений. Формально, современное общепринятое истолкование парадокса, вошедшее во все современные монографии по релятивизму, учебники по физике, а также физические справочники, состоит в том, что одна из сравниваемых систем отсчёта не инерционна и это обстоятельство будто бы разрешает как бы «кажущуюся» нелепость (парадокс), связанную с равноправностью инерциальных систем отсчёта. Но доказав неравноправие рассматриваемых систем отсчёта, они остановились только на этом положении, заявив, что этого одного утверждения уже вполне достаточно для обоснования (или доказательства) образования разности показаний часов. Но как будет показано ниже, это очень далеко от истины. При этом нелепость вывода СТО так и осталась нелепостью под названием «парадокс близнецов».

Рассмотрим подробнее рассуждения релятивистов, поскольку они напрямую касаются цели данной книги, то есть являются ярким примером не только соотнесения рассматриваемых способов получения нового знания, но и описания ситуаций, которые постоянно случаются при поиске истины, когда приходится отказываться от слепого использования математических выкладок и искать правду о сути явлений в их физических механизмах.

Если сделать небольшой экскурс в историю релятивизма, то выяснится, что прозаичный вывод о замедлении времени в движущейся системе отсчёта, который следует из скучных математических построений СТО, можно более эффектно представить читателю, заменив часы сравниваемых систем отсчёта на братьев-близнецов. Иллюстративная яркость такой замены не подлежит никакому сомнению.

На это обстоятельство впервые обратил внимание Ланжевен [34].

Он описал ситуацию, когда один из братьев близнецов остался на Земле, а другой отправился в космическое путешествие, причём передвигался в космосе с очень большой скоростью. Для развлечения Ланжевен взял скорость, которая отличалась от скорости света на $1/20000$, чтобы получить 100-кратное замедление времени, следующее из формул СТО (см. формулу 27). По его расчётам, пробыв в космосе 1 год и вернувшись на Землю, путешественник уже не застанет брата-близнеца, так как на планете с момента его отъезда прошло 100 лет. Итак, согласно специальной теории относительности, 1 год путешествия с околосветовой скоростью по длительности равен 100 годам земного времени.

Этим броским приёмом, иллюстрирующим тривиальные математические построения СТО, Ланжевен привлёк внимание широкой научной общественности к эффекту замедления времени, возникающему в движущихся системах отсчёта. Вслед за ним и сам Эйнштейн использует этот же приём, когда подробно излагает это необычное следствие из созданной им теории (по заявлениям релятивистов, далеко выходящее за рамки здравого смысла обыкновенного человека). Он сделал это в своём докладе под названием «Теория относительности» на заседании Общества естествоиспытателей в Цюрихе 16 января 1911 г. [32].

В докладе Эйнштейн утверждал, что «если бы нам удалось сообщить часам скорость света..., то стрелки часов, с точки зрения системы k , двигались бы бесконечно медленно. Положение становится ещё более поразительным, если представить себе следующее. Пусть часы приобретут очень большую скорость (почти равную c) и будут равномерно двигаться дальше, а потом, когда они пройдут большое расстояние, получают импульс в противоположном направлении, так что снова возвратятся в исходный пункт, откуда они начали движение. Тогда окажется, что положение стрелок этих часов в течение всего их путешествия почти не изменится, тогда как на тождественных часах, оставшихся в состоянии покоя в пункте отправления, положение стрелок за это время изменилось весьма существенно. Следует добавить, что выводы, которые справедливы для этих часов, взятых нами в качестве простой системы, представляющей все физические процессы, остаются в силе и для

замкнутой физической системы с каким-либо другим устройством. Например, если бы поместили живой организм в некий футляр и заставили всю эту систему совершать такое же движение вперёд и обратно, как описанные выше часы, то можно было бы достичь того, что этот организм после возвращения в исходный пункт из своего сколь угодно далёкого путешествия изменился бы как угодно мало, в то время как подобные ему организмы, оставленные в пункте отправления в состоянии покоя, давно бы уступили место новым поколениям. Для движущегося организма длительное путешествие будет лишь мгновением, если движение будет происходить со скоростью, близкой к скорости света! Это неизбежное следствие наших принципов, к которым нас приводит опыт».

Как следует из приведённого текста, такой приём преподнесения научного материала заставляет обратить на себя пристальное внимание любого слушателя, а не только учёного. Мы же особо отметим, что механизм необычного эффекта СТО – явления замедления времени – автор теории прочно связывает только с движением часов со скоростью, близкой к скорости света.

Однако впоследствии выяснилось, что по логике СТО равенство инерциальных систем отсчёта (на основании принципа относительности) должно привести к одним и тем же последствиям для обоих братьев (время должно замедляться одинаково для них обоих вследствие относительности любого движения), поскольку невозможно определить, какой из братьев действительно находился в движении. Относительность любого движения есть прямое следствие принципа относительности. К примеру, по приезду в Цюрих, отвечая на вопросы встречающих его любознательных корреспондентов, Эйнштейн разъяснял (красочно иллюстрировал) свою теорию относительности следующим образом: «Это когда не поезд остановился у перрона Цюриха, а Цюрих остановился у этого поезда».

Эта шуточная фраза автора СТО есть квинтэссенция его специальной теории относительности. И именно из относительности движения тел возникает «парадокс близнецов». Действительно, здесь два равноправных утверждения. С точки зрения брата, который остался на Земле (в системе отсчёта планеты), его брат близ-

нец на космическом корабле с огромной скоростью улетел в космос и пробыл там какое-то количество лет. Но с точки зрения брата-путешественника, приверженца СТО, его брат-близнец на Земле (в системе отсчёта космического корабля) с той же самой скоростью то же какое-то количество лет «летал» на планете в космосе. Так каким же образом (способом) можно сравнить их возраст, поскольку они в конце теоретического «путешествия» оказались в одном месте? Кто же из них состарился, а кто остался молодым?! По сути это вопросы о том, какая из двух рассмотренных систем отсчёта (одна связана с космическим кораблём, другая – с планетой Земля) даёт правильные результаты.

Попытки разрешения «парадокса близнецов» в рамках СТО или, наоборот, его привлечение для доказательства несостоятельности СТО породили огромный объём статей и даже монографий. В связи с данным обстоятельством, по прошествии 8 лет от момента первой публикации, в 1918 году выходит статья Эйнштейна под названием «Диалог по поводу возражений против критики теории относительности» [35].

Примечательно, что работа начинается словами: «Уже не раз в различных журналах высказывались сомнения по поводу теории относительности, но релятивисты отвечали на них весьма редко. Не будем уточнять, высокомерие ли, слабость или лень лежат в основе этого упущения; возможно даже, что здесь действует смесь этих психологических моментов; возможно даже, что критические замечания нередко делают очевидной слишком малую компетентность критика». Мы же заметим, что даже в то далёкое время Эйнштейн уже отмечал наличие «высокомерия» у «релятивистов», полагавших «очевидной слишком малую компетентность критика», которая вплоть до наших дней становилась непреодолимой преградой для оценки критических работ по основам СТО.

В наше время эта «очевидная некомпетентность критика СТО» считается безусловно доказанной истиной, а сама критика всегда полагается явно антинаучной. И на этом основании возбраняется публикация критических статей по СТО в рейтинговых физических журналах. К примеру, в своё время главный научный идеолог самого авторитетнейшего физического журнала СССР (а теперь и

России) – «Журнала экспериментальной и теоретической физики», который переводится на английский язык, издаётся за рубежом и пользуется мировым признанием – П.Л. Капица, не скрывая это, писал в статье, посвящённой 85-летию со дня рождения П. Ланжевена: «... к нам в редакцию «Журнала экспериментальной и теоретической физики» и по сей день поступают статьи с попытками отвергнуть справедливость теории относительности. В наши дни такие статьи даже не рассматриваются как явно антинаучные». Тем самым главный редактор журнала официально подтверждал существовавшее и существующее ныне отрицательное отношение к статьям с критикой СТО. Но здесь уместен вопрос, если статьи «даже не рассматриваются», то тогда как же определялась (устанавливалась) их антинаучность? [36].

Добавим: в СССР решения о запрете на критику теорий относительности принимались как минимум трижды. В 1934 году выходит специальное постановление ЦК ВКП(б) по дискуссии о релятивизме, в котором все противники этой теории относились либо к «правым уклонистам», либо к «меньшевистствующим идеалистам» со всеми вытекающими из этого для них последствиями (ссылки на Соловки, Беломорканал, Магадан и т. п.).

Второй раз, в 1942 году, на юбилейной сессии, посвящённой 25-летию революции, Президиум АН СССР принимает специальное постановление по теории относительности: «... действительное научно-философское содержание теории относительности... представляет собой шаг вперёд в деле раскрытия диалектических закономерностей природы». Это постановление было подкреплено устным запретом-указанием всесильного Берии, который в то время руководил атомной «проблемой № 1».

И, наконец, в третий раз – в 1964 году – Президиум АН СССР издаёт закрытое постановление, запрещающее всем научным советам, журналам, научным кафедрам принимать, рассматривать, обсуждать и публиковать работы, критикующие теорию Эйнштейна [37].

Но вернёмся к сути статьи Эйнштейна, оформленной в виде диалога (своеобразного научного спора) между «некомпетентным критиком» теории относительности и её высокообразованным защитником – «релятивистом». В этой работе эффект замедления

времени в «парадоксе близнецов» объясняется уже не только одними факторами СТО (то есть в нём замедление времени связано уже не исключительно лишь со скоростью относительного перемещения систем отсчёта), которые симметрично «действуют» на обоих братьев-близнецов (поскольку скорость – понятие относительное, определяемое выбранной системой отсчёта), а наличием ускорения, которому подвергается только один близнец-путешественник, поскольку именно он изменяет состояние своего движения (ускоряется), отправляясь в путешествие [38].

Заметим, что ускорение относится к категории абсолютных физических величин и не зависит от выбора систем отсчёта, а его величина и направление чётко регистрируются с помощью прибора под названием «акселерометр».

В своей статье автор СТО отмечает, что описание процесса замедления хода часов, которые действительно подверглись ускорению (обозначим их U^2), при рассмотрении его в любой из двух обозначенных систем отсчёта (в системе отсчёта покоящихся на Земле часов U^1 или в системе отсчёта движущихся часов U^2) должно привести к одному и тому же результату, а именно: часы U^2 в любой из рассматриваемых систем отсчёта должны отстать от часов U^1 .

Поскольку в системе отсчёта Земли, с которой часы U^1 жёстко связаны, отставание часов U^2 является тривиальной истиной (почему это так, а не иначе – Эйнштейн в своей работе не разъясняет), то доказательство сделанного им утверждения, то есть доказательство процесса замедления хода часов U^2 , он полностью проводит (делает) в системе отсчёта этих же самих «движущихся» часов U^2 . В этой системе отсчёта всё происходит в точности до наоборот в сравнении с системой отсчёта неподвижных часов U^1 , оставшихся на Земле. То есть и здесь, в этой системе отсчёта, часы U^2 должны отставать от часов U^1 . А раз это было им показано в рассуждениях, то «парадокса часов» вроде бы и нет вовсе.

Сам процесс замедления хода часов автор СТО описывает следующим образом. Часы U^1 (напомним, что в системе отсчёта часов U^2 часы U^1 считаются движущимися) ускоряются до скорости v , близкой к скорости света (1-й этап процесса), а затем перемещаются в пространстве, двигаясь по инерции длительное время с

достигнутой постоянной скоростью v (2-й этап процесса). После этого этапа часы U^1 замедляются до остановки, а затем ускоряются в сторону часов U^2 до скорости v , близкой к скорости света (3-й этап процесса, в котором ускорение одной и той же величины действует в одну и ту же сторону), и далее передвигаются по инерции длительное время с достигнутой постоянной скоростью v (4-й этап процесса). В течение следующего 5-го этапа описываемого процесса часы U^1 замедляются и останавливаются возле часов U^2 (напомним, что в системе отсчёта часов U^2 сами часы U^2 считаются покоящимися).

Описав этапы движения часов U^1 Эйнштейн разъясняет явление замедления хода часов следующим образом: «...в течение второго и четвёртого этапов рассматриваемого процесса часы U^1 , движущиеся со скоростью v , идут медленнее покоящихся часов U^2 . Но это отставание будет с избытком компенсировано быстрым ходом часов U^1 во время третьего этапа процесса. В самом деле, согласно общей теории относительности, часы идут тем быстрее, чем больше гравитационный потенциал в том месте, где они находятся; часы же U^1 на третьем этапе процесса действительно находятся в области большего гравитационного потенциала, чем часы U^2 . Расчёт показывает, что это опережение в два раза больше отставания на втором и четвёртом этапах процесса. Это рассуждение полностью объясняет приведённый тобой парадокс». Под местоимением «тобой» автор СТО имеет ввиду «некомпетентного критика СТО» [38].

Для чёткого понимания цитируемого абзаца необходимо сделать пояснение, что для разрешения парадокса (доказательства того, что этой нелепицы, то есть противоречия между системами отсчёта, в СТО нет) Эйнштейн в системе отсчёта часов U^2 вводит в рассмотрение однородное гравитационное поле, которое является причиной ускоренного движения часов U^1 . Объяснение этого приёма он даёт на странице 620 цитируемой нами книги.

Таким образом, из приведённых выше цитат следует, что разъяснение парадокса близнецов возможно сделать только в рамках общей теории относительности (ОТО), но никак не в области действия принципов СТО. Действительно, это разъяснение связано

уже не со скоростью относительного движения систем отсчёта, но только с ускорением, то есть с явной асимметрией состояния движения братьев (поскольку ускорения абсолютны).

Однако Эйнштейн лишь указал на эту асимметрию и возможность привлечения ОТО для разъяснения парадокса, то есть сделал это качественно, без необходимых разъяснений и расчётов, твёрдо доказывающих наличие разности в показаниях часов. То есть он не сделал это так, как в своё время эту разность в показаниях часов формулами и цифрами иллюстрировал Ланжевэн, представляя его ярким феноменом СТО.

Более того, разъяснения касаются только 3-го этапа рассматриваемого процесса, хотя аналогичные эффекты с часами происходят и на всех других этапах их движения. Если же рассмотреть подробно все этапы процесса замедления времени (без каких-либо исключений), который происходит с часами U^2 и U^1 (в системе отсчёта часов U^2) и при этом строго придерживаться положений ОТО, то результат рассмотрения будет разительно отличаться от выводов, сделанных в статье Эйнштейна.

Начнём с 1-го этапа, и вот как сам автор СТО описывает его: «В отрицательном направлении оси X возникает гравитационное поле, в котором часы U^1 ускоренно падают до тех пор, пока не приобретут скорость v . Удерживающие часы U^2 внешние силы, действующие в положительном направлении оси X , не дают этим часам прийти в движение в гравитационном поле. Когда часы приобретут скорость v , гравитационное поле исчезнет» [33].

Согласно положениям теории гравитационного поля, для того, чтобы часы U^1 начали спешить по сравнению с часами U^2 , потенциалы поля тяжести в объёме пространства системы отсчёта часов U^2 должны быть разными, а именно: в точке расположения часов U^2 потенциал поля должен быть ниже, чем потенциал поля в точке, куда движутся часы U^1 . Согласно общей теории относительности, часы идут тем быстрее, чем больше гравитационный потенциал в том месте, где они находятся. Следовательно, во время ускорения часы U^1 должны спешить по сравнению с часами U^2 , поскольку они движутся в область повышенного потенциала, а часы U^2 остаются в поле пониженного потенциала.

Количественно разницу в ходе часов можно оценить по формуле:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{c^2} \quad (28).$$

Здесь: ΔT – отставание часов U^2 от часов U^1 ; T – время по часам U^2 ; φ_1 – гравитационный потенциал точки поля, по направлению к которой движутся часы U^1 ; φ_2 – гравитационный потенциал поля в точке расположения часов U^2 ; c – скорость света.

Гравитационные потенциалы можно определить из следующих рассуждений. В своей статье Эйнштейн предположил, что в системе отсчёта часов U^2 возникает «однородное поле тяжести». Понятие «однородное поле тяжести» означает, что во всём объёме пространства системы отсчёта часов U^2 появляется поле тяжести и его напряжённость g имеет одну и ту же величину во всем объёме пространства этой системы отсчёта, не изменяясь до тех пор, пока поле не исчезнет. Разность потенциалов в однородном поле тяжести вычисляются по формуле:

$$\Delta\varphi = g \cdot \ell \quad (29).$$

Здесь: $\Delta\varphi = (\varphi_1 - \varphi_2)$ – разность потенциалов между точками гравитационного поля, расположенными на расстоянии ℓ друг от друга, причём прямая ℓ параллельна вектору напряжённости поля g .

Поскольку

$$\ell = \frac{gt^2}{2} \quad (30)$$

есть путь, который проходят часы U^1 за время своего ускорения, то формула (29) переписывается в виде:

$$\Delta\varphi = g \cdot \frac{gt^2}{2} = \frac{g^2 t^2}{2} \quad (31)$$

При этом надо учесть то, что часы U^1 будут ускоряться до тех пор, пока их скорость не станет близкой к скорости света. Из этого условия может быть определено время t , в течение которого происходило ускорение часов U^1 :

$$t = \frac{c}{g} \quad (32).$$

Подстановка (32) в (31) даст выражение для разности потенциалов:

$$\Delta\Phi = \frac{c^2}{2} \quad (33).$$

Тогда как подстановка (36) в уравнение (28) укажет на величину отставания часов U^2 относительно часов U^1 :

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \quad (34).$$

Таким образом, часы U^1 покажут в два раза большее время в сравнении с часами U^2 , то есть ход часов U^1 будет в два раза быстрее, чем ход часов U^2 .

Заметим, что часы U^2 показывают время ускорения часов U^1 , измеренное в своей системе отсчёта, где оно равно величине T . Это время произвольно, его можно задавать. Оно влияет только на величину ускорения g часов U^1 , а, следовательно, и на величину разности потенциалов гравитационного поля, возникающего в системе отсчёта часов U^2 . Конечно же, его нельзя сделать бесконечно малым, поскольку именно за этот промежуток времени часы U^1 должны приобрести скорость, близкую к скорости света. От этого промежутка времени зависит величина ускорения часов U^1 , а, следовательно, этим временем опосредовано определяется и разность гравитационных потенциалов однородного поля тяготения, которая не может быть бесконечно большой. Заметим, что время T не ограничено ничем и может быть сколь угодно большим.

Если же это время принять равным, например, 1 году, то часы U^1 к моменту окончания ускорения согласно формуле (37) покажут всего 2 года. И это ускорение хода часов U^1 (увеличение промежутка времени) никак не сможет компенсировать замедление хода часов U^1 (уменьшение промежутка времени), связанное с их движением по инерции со скоростью, близкой к скорости света. Действительно, время движения часов U^1 на этом этапе пути T_{U^2} тоже является произвольной величиной и может быть задано, например, несколькими десятками, а то и сотнями лет. При этом время, измеренное по часам U^1 , может быть вычислено по формуле СТО (см.

формулу 27) и всегда меньше времени покоящихся часов.

Таким образом, на 1-м этапе движения часов U^1 они всегда будут отставать от показаний часов U^2 , что следует из приведённых выше формул. Действительно, согласно расчёту Ланжевена, который базировался на положениях СТО (см. формулу 27), часы U^1 будут показывать всего 1 год, тогда как часы U^2 могут показать, что прошло уже 100 лет (это соответствует 2-у этапу движения часов по Эйнштейну). Так что на этом «фоне» ускоренный ход часов U^1 под воздействием поля тяготения, который принесёт им всего лишь полгода добавки времени, никак не решит проблемы «парадокса близнецов».

Следует обратить особое внимание (а это обстоятельство позволяет доказать внутреннее противоречие СТО, то есть наличие парадокса близнецов, без формул и цифр), что время ускорения часов U^1 и время их движения по инерции являются произвольными величинами, которые можно изменять волевым порядком (то есть которые ни как друг с другом функционально не связаны). А поэтому говорить о какой-то «автоматической» компенсации замедления хода часов, происходящем на участке траектории их движения по инерции, увеличением темпа их хода на участке траектории при движении с ускорением просто нелепо. Вспомним вывод, сделанный Эйнштейном: «Расчёт показывает, что это опережение в два раза больше отставания на втором и четвёртом этапах процесса. Это рассуждение полностью объясняет приведённый тобой парадокс». Повторимся, что время нахождения часов на 3-м этапе их движения никак не связано со временем нахождения часов на втором и четвёртом этапах.

Из этого замечания следует тот же вывод, что был сделан выше, а именно: «парадокса близнецов» ни средствами СТО, ни средствами ОТО не разрешить, эта нелепость СТО так и останется нелепостью.

Если же быть формально последовательным критикуя статью Эйнштейна, то необходимо рассмотреть 3-й этап движения часов, на анализе которого им был построен основной вывод статьи, что парадокса часов в теории относительности (то есть в СТО и ОТО вместе взятых) не существует.

Отметим, что на 3-м этапе движения часов величины потенци-

алов поля тяжести в объёме пространства системы отсчёта часов U^2 поменяются местами в сравнении с уже рассмотренным 1-м этапом. Теперь в точке расположения часов U^2 потенциал поля будет выше, чем потенциал поля в точке, откуда движутся часы U^1 . Это следует из теории гравитационного поля. В связи с чем утверждение Эйнштейна, что «...часы же U^1 на третьем этапе процесса действительно находятся в области большего гравитационного потенциала, чем часы U^2 », противоречит его же собственному утверждению о возникновении однородного поля тяжести, которое приводит в ускоренное движение часы U^1 . А отсюда следует вывод, что пока часы U^1 ещё только будут ускоренно переходить из области низкого значения потенциала поля тяготения в область его более высокого значения, часы U^2 всё это время будут находиться в области высокого потенциала поля. Следовательно, за время ускорения часов U^1 часы U^2 опередят их в своих показаниях (см. формулу 37). Тогда как согласно утверждениям «релятивиста», всё должно произойти в точности до наоборот, а именно: часы U^1 должны опередить часы U^2 .

А за время движения по инерции часов U^1 (4-й этап движения часов по Эйнштейну) со скоростью, близкой к скорости света, они (часы U^1), согласно СТО (см. формулу 27), ещё больше замедлят свой ход. Таким образом, часы U^1 значительно отстанут в своих показаниях от часов U^2 .

Заметим, что 5-й этап движения часов U^1 полностью повторяет 1-й этап их движения в системе отсчёта часов U^2 , то есть и здесь часы U^1 значительно отстанут в своих показаниях от часов U^2 . Следовательно, в системе отсчёта часов U^2 эти часы будут показывать большее время, чем часы U^1 . Таким образом, на всех этапах движения часов U^1 они в сумме покажут меньшее время, нежели часы U^2 .

Выводом из всех приведённых выше доводов будет утверждение, что опережение или отставание хода сравниваемых часов зависит от того, в какой системе отсчёта рассматривается процесс замедления времени, что и является nonsensом СТО под названием «парадокс близнецов».

Таким образом, привлечение ОТО к объяснению парадокса часов не разрешает противоречивую ситуацию, возникшую в СТО,

как в связи с последовательным применением принципа относительности к обоим инерционным системам отсчёта, так и с использованием положений ОТО. В связи с чем парадокс близнецов так и останется ярким доказательством внутреннего противоречия СТО.

9. Миражи Великого принципа

Релятивизм является основной идеей современного естествознания, и в научном обществе любая критика специальной теории относительности (СТО) считается моветоном (дурным тоном). Договариваются даже до утверждения, что СТО – это уже даже не академическая (в смысле, очень далёкая от повседневной жизни человека), а почти инженерная наука, по формулам которой будто бы рассчитывают конкретные конструкции ускорителей элементарных частиц (по крайней мере, так написано в современных учебниках по физике и физических справочниках).

Однако следует отметить, что заряженные частицы в ускорителях всегда движутся с ускорением, как с продольным, так и с поперечным. Слово «всегда» означает: с момента поступления заряженных частиц во внутренний объём ускорителя и до момента их столкновения с преградой (мишенью). Тогда как СТО – это теория, в которой изучаются закономерности движения тел по инерции, то есть движущихся равномерно и прямолинейно. В СТО никогда не имеют дело с телами, которые движутся с ускорением, под действием силы. Это одно из основных условий при рассмотрении физических проблем в СТО, поскольку во все известные закономерности движения тел (теоремы теории) ускорение не входит.

Следовательно, зависимость массы заряженной частицы от скорости её движения (одна из теорем СТО) не подпадает ни под один конкретный случай расчёта конструкции ускорителя, поскольку в нём нет свободного движения тел по инерции. Иными словами, этот случай в работе любого ускорителя просто не реализуется.

Конструкция указанных научных приборов основана на огромных объёмах знаний прикладной физики, связанных с движением заряженных частиц под действием сил в магнитных и электрических полях. Эти знания трансформировались в законы электротех-

ники, в границах которых изучались особенности практического осуществления этого движения в магнитных и электрических полях. Именно с использованием практического опыта этих наук были созданы конкретные конструкции электрических и магнитных индукторов, электронных пушек, электрической и магнитной «оптики» ускорителей, вакуумной и криогенной техники и т. д., то есть всего множества других устройств и механизмов, которые входят в состав современного ускорителя. И эти знания никак не следуют из теорем СТО.

А если в основание приведённого утверждения «инженерной значимости» этой теории положена всего только одна формула, указывающая на зависимость массы тела от её скорости, то это далеко не так, как это пытаются представить релятивисты. Уточним, что ещё со времён Дж. Дж. Томсона (а это 1881 год, тогда как СТО была опубликована в 1905 г.) вёлся спор о природе массы, которая порождалась работой сил электромагнитного поля. Именно сил. Поэтому более правдоподобна зависимость массы частицы от её ускорения, чем от скорости.

Действительно, во всех экспериментах, где будто бы выявлялась зависимость массы от скорости, обязательно присутствовало и ускорение заряженной частицы, поскольку в это же время на неё действовали электродинамические силы. Формально налицо два фактора, две причины, которые определяли величину массы движущейся частицы. И поэтому можно утверждать, причём безапелляционно, что нет экспериментов, в которых один из этих факторов (ускорение или скорость) был бы исключён. И эта проблема не решена и по настоящее время.

Таким образом утверждать, что при конструировании ускорителей использовались какие-либо выводы (теоремы) СТО, означает, что их автор просто не знает область применения этой теории, как и конструкцию, а также работу современных ускорителей. Масса частицы определяется только по результату силового взаимодействия с ней. Зная только скорость частицы, её массу не определить!

Помимо изложенного выше следует отметить ещё одну любопытную «деталь» в истории физической науки. При изучении вопроса о времени появления в физике положения (научной пробле-

мы) о зависимости массы тела от скорости (а полная энергия тела пропорциональна произведению массы тела на квадрат скорости света) выясняется, что она возникла задолго до опубликования СТО. И вопрос, кому же конкретно принадлежит первенство в открытии и детальное изучение этой задачи, не всегда решается в пользу автора СТО.

А история здесь такова. В 1881 году Дж. Дж. Томсон ввёл понятие электромагнитной массы, назвав так ту часть массы, которая обусловлена энергией электростатического поля заряженной частицы. Эта работа считается первой работой, в которой обсуждалась связь энергии и массы. В 1897 году им был открыт электрон, за что в 1906 году он был удостоен Нобелевской премии по физике.

Заметим, что в 1889 г. теоретически и независимо от Дж. Дж. Томсона наличие электромагнитной массы у заряженных тел было предсказано Оливером Хевисайдом, но работа осталось не замеченной научной общественностью того времени [42].

В 1899 г. Х. Лоренц впервые ввел понятие продольной и поперечной масс ионов, которые пропорциональны отношению скорости их движения к скорости света. К этому выводу он пришел, используя ньютонову связь между силой и ускорением $F=ma$. Подробное рассмотрение этих двух масс для электронов (на основании вычисления электромагнитного поля и импульса быстро движущегося электрона) содержится в его статье, опубликованной в 1904 г. [43, 44].

В том виде, в каком мы привыкли видеть взаимосвязь между массой и энергией в школьных учебниках по физике, формула $E = mc^2$ появилась в 1900 г., до создания теории относительности. Написал ее А. Пуанкаре, который исходил из того, что плоская световая волна, несущая энергию E , несет импульс p , абсолютная величина которого, в соответствии с теоремой Умова – Пойнтинга, равна E/c . Используя нерелятивистскую формулу Ньютона для импульса $p = mv$ и учитывая, что для света $v = c$, Пуанкаре [4] пришел к выводу, что фотон должен обладать инертной массой $m = E/c^2$ [45].

Более того, до 1901 года для экспериментальной оценки зависимости массы от скорости были предложены три различные формулы: Макса Абрагама, Альфреда Бухерера и Гендрика Лоренца.

Отметим, что в этом «соревновании» теоретиков прав оказался Лоренц.

Действительно, практическая физика не стояла на месте и немедленно занялась проверкой 3-х полученных соотношений. Для оценки указанного обстоятельства достаточно вспомнить экспериментальные работы Вальтера Кауфмана, который в 1901 году (за 4 года до публикации СТО) ставил эксперименты по конкретному определению вида формулы, которая связывает массу заряженной частицы со скоростью её движения. Затем была целая плеяда других экспериментаторов, занимающаяся этой проблемой [46, 47].

Так что СТО в решении этой проблемы «шла» уже хорошо проторённой теоретической дорожкой, и именно она сверяла свои выводы с данными практической физики, а не наоборот. При этом отметим, что именно практика ложится в конструкции машин и механизмов, а не голое теоретизирование, коим по факту является СТО.

Несмотря на то, что в наше время значимость СТО вознесена до небес, тем не менее академические журналы (как отечественные, так и зарубежные) постоянно публикуют статьи об экспериментах, доказывающих истинность СТО, или, наоборот, ставящих на ней большой знак вопроса.

В чём же здесь дело?! Почему даже в дни триумфа СТО и по прошествии более чем 100 лет с момента её создания учёные так и не могут прийти к общему соглашению об истинности теории? Как это было, например, с молекулярно-кинетической теорией теплоты, пришедшей на смену теории теплорода и сразу поставившей на нём большой крест. Или ей уготована длительная борьба, как это произошло в истории астрономии с геоцентрической системой Птолемея и гелиоцентрической системой Коперника? И есть ли какие-либо объективные предпосылки такому неустойчивому состоянию СТО в системе знаний об устройстве природы?

Или оппонентов теории действительно волнуют лишь лавры её создателя, как это постоянно пытаются представить эпигоны теории?! Ярлык «эпигоны» использован только потому, что с момента опубликования СТО не претерпела никаких изменений и осталась в том же виде (состоянии), как была обнародована в первый раз (формулы преобразования уравнений не изменились, как и не

уточнялась суть их трактовки). СТО не развивается ни вглубь, ни вширь, она не совершенствуется. Вся энергия физической мысли учёных была направлена на синкретическое соединение предшествующего физического знания о природе с идеей релятивизма. Так что СТО представляет собой как бы безусловную «истину», данную «сверху» раз и навсегда. Она – как «столб», вкопанный на пути развития физической науки, и так же, как «столп», безжизненна.

Пытаясь найти ответ на проблемы, выявленные выше, постоянно натыкаешься на одну любопытную «частность», лежащую в построении СТО, которая, вероятнее всего, и определяет взаимоотношение этой теории с физической наукой в целом и будущим развитием техники.

«Частность» состоит в том, что в основании СТО лежит принцип относительности, который полностью исключает взаимодействие материи с пустым пространством. Именно он лишает пространство каких-либо физических свойств, превращая, например, реальное космическое пространство в виртуальный, математический объект. Это обстоятельство связано с тем, что принцип относительности базируется на предположении Галилея о физической неразличимости свойств тел, находящихся в движении по инерции и в состоянии покоя.

Следовательно, движение тел относительно пространства нельзя обнаружить никакими физическими методами (абсолютное движение отсутствует). А поскольку это утверждение берётся за аксиому, то пространство уже не представляет из себя реальный физический объект природы, оно не материально, а виртуально как математическая абстракция. Действительно, взаимодействие возможно только между материальными телами (реально существующими объектами природы).

Это и есть тот научный аспект проблемы, который не даёт покоя исследователям природы. Вопрос о том, а что же в действительности стоит за понятием «космическое пространство» – виртуальность (математическая абстракция) или реальность, обладающая физическими (материальными) свойствами – как раз и включает в себе проблему истинности принципа относительности, а, следовательно, и самой теории Эйнштейна.

С практической точки зрения виртуальность пространства вызывает протест у инженеров и исследователей уже потому, что они чётко осознают отрицательное значение этой концепции для практики (будущей техники). Заметим, что это обстоятельство подробно излагалось во введении к этой книге, а здесь мы лишь кратко упомянём о 3-х технических «китах» развитой цивилизации.

Например, космические корабли, способные достичь звёзд, могут быть построены только при условии, что их движители будут взаимодействовать с космическим пространством. Ракеты даже с гипотетическим двигателем на основе аннигиляции вещества (фотонные ракеты), которые для получения движения отбрасывают свет (как некое своеобразное рабочее тело ракетных систем), здесь просто бессильны.

То же самое относится и к технике космической связи. О каком диалоге между космическими цивилизациями может вестись речь, если свет пересекает нашу Галактику Млечный путь за 100 000 лет, а до ближайшей галактики Туманность Андромеды свет может добраться только за 2 миллиона лет. Для общения внеземным цивилизациям, как и в будущем человечеству с ними, нужна более быстрая связь. Тогда как СТО ограничивает скорость передачи сигнала скоростью света. А новая, более быстрая, связь может быть создана только на основе изучения материальных свойств пространства. Пространство должно быть материально, что категорически отрицается СТО.

Да и про энергетический кризис нелишне вспомнить: если пространство материально, то про кризис можно просто забыть. Достаточно будет преобразовывать в электрический ток кинетическую энергию космического ветра, обтекающего Землю при её движении в пространстве. Космические «ветряки» — это и есть энергетика будущего! А если учесть, что в космосе вся материя находится в непрерывном движении, то вопросы энергетики космических экспедиций и экспансий к ближайшим звёздным системам вообще перестанут волновать инженеров.

Лишая пространство физических свойств, СТО всё это перечёркивает, вставая стеной на пути научно-технического развития земной цивилизации. Неудивительно, что появляются её диссиденты,

которые не против Эйнштейна как человека, а против идеи, положенной им в основание СТО, а, следовательно, и самой теории.

По своей сути, специальная теория относительности – это очень частный ответ на вопрос, как изменится физическая наука, если принцип относительности будет являться основным законом природы. Эйнштейн как физик-теоретик ответил на этот вопрос математически, допустив реальность существования принципа. Так что СТО основана на очень смелом предположении (гипотезе) о наличии в природе всеобщего закона, который утверждает, что все явления во всех инерциальных системах отсчёта протекают одинаковым образом. А это, как следствие, лишает реальное космическое пространство любых физических свойств.

При этом заметим, что он создал теорию с использованием ещё других произвольных допущений, без которых данная задача не смогла быть решена. А по-другому Эйнштейн как математик это сделать не смог бы, поскольку в этой задаче было больше неизвестных, чем уравнений, их связывающих, так что сложную математическую задачу пришлось существенно упрощать.

И делал он это традиционно для математика, поскольку был достаточно далёк от практики, хотя и понимал, что не все упрощения согласуются с реальностью. Заметим, что любая математическая задача всегда начинается со слов: *«Представим себе, что «то-то и то-то» существует в реальности, а поскольку это «вписывается» в начальные условия математической задачи, то в результате применения к ним математической логики можем получить... всё что угодно!!!»*. Тогда как на практике может оказаться, что этих «то-то и то-то» в природе может просто и не быть.

Например, движение вдоль оси ОХ, согласно математической абстракции, никак не должно сказываться на процессах, происходящих по другим осям: ОУ и ОZ, поскольку оси координат ортогональны друг другу. То есть любая проекция любой оси (а, следовательно, и проекции любого вектора на эту ось) на любую другую ось системы ортогональных координат всегда равна нулю.

Однако на практике это положение не всегда выполняется. Например, в эксперименте Майкельсона, если к нему повнимательнее присмотреться. Здесь можно заметить, что при расчёте

времени распространения света в плече интерферометра, которое перпендикулярно (ортогонально) скорости его движения, сразу же обнаружится, что длительность времени прохождения светом этого плеча увеличивается, причём пропорционально именно величине этой скорости. Следовательно, в реальности движение, совершаемое параллельно одной оси координат, всё же влияет на процессы, происходящие по другим осям системы координат.

Данное обстоятельство должно сказываться или на скорости процессов, происходящих вдоль этих осей, или на их линейных масштабах. Но это не учитывалось ни при выводе преобразований Лоренца, ни при применении СТО к решению каких-либо иных задач. В любых случаях коэффициент участия движения, совершаемого вдоль оси ОХ, по другим ортогональным осям всегда брался равным нулю.

Возникает вполне законный вопрос, а является ли принцип относительности реальным законом природы или это выдумка (фантазия) Галилея?! Действительно, реальных экспериментов, подтверждающих его действительность, нет. Как нет и аналогичных теоретических работ. Но тем не менее эта проблема мало волновала создателя СТО. По его глубокому убеждению, реальность принципа не вызывает никаких сомнений, и он твёрдо верил в то, что принцип является основным законом природы. Эйнштейн эту проблему никогда не обсуждал и не задавался вопросом верификации принципа относительности.

Тогда как мы твёрдо убеждены в актуальности и научной необходимости постановки подобных вопросов о свойствах природы, сформулированных в принципы её построения (относительности, корпускулярно-волнового дуализма, эквивалентности инерционной и гравитационной масс, геометризации физики и т. п.), которые ложатся в основание новых физических теорий. А также и в том, что эти проблемы должны решаться только экспериментальными путём.

Именно эксперимент обязан дать ответ на поставленные вопросы о соответствии реалиям природы любого теоретического принципа, который ложится в основание какой-либо теории. То есть настоятельно необходима постановка этих вопросов перед самой

природой в виде специальных, тщательно продуманных опытов, толкование которых должно быть по возможности однозначным. Именно так, а не иначе должен решаться вопрос о получении достоверного знания о свойствах природы. Рассмотрим подробнее некоторые такие опыты по проверке принципа относительности.

10. Перечень возможностей экспериментальной проверки принципа относительности

Прямая верификация принципа относительности никогда не проводилась. Проверка истинности этого принципа в современной науке ведётся чаще всего опосредованно, на основе экспериментальных подтверждений следствий СТО. Но, как отмечают многие исследователи и философы, такое положение дел в корне не верно, поскольку есть чёткое и существенное различие между проверкой следствий теории и проверкой положений самого принципа.

Действительно, теория – это не столько физический принцип как таковой, сколько математика с её парадигмой и математической моделью принципа, которые вместе взятые представляют собой лишь его вероятное отображение средствами математического формализма. Причём любая теория, по существу, это всего лишь своеобразное решение некой конкретной математической проблемы, сформулированной её автором. Вдобавок задачи с начальными условиями, конкретные решения которой, интерпретируемые как следствия теории (теоремы), могут далеко отстоять от положений самого физического принципа.

Так, например, одним из следствий СТО является зависимость массы тела от скорости её движения. Тогда как сам принцип вообще не касается этой проблемы. И более того, такая зависимость следует из других теорий, альтернативных СТО, например, теории неподвижного электромагнитного эфира Лоренца (об этом говорилось выше). Но тем не менее полагается, что подтверждение выводов (теорем) СТО как бы является доказательством истинности принципа относительности [48].

При этом следует отметить, что всё же есть одно направление исследований, которое напрямую связано как со СТО, так и с до-

казательством истинности принципа. Оно основано на проверке второго постулата СТО, постулата о постоянстве скорости света.

Заметим, что постулат о постоянстве скорости света может рассматриваться не как отдельное самостоятельное утверждение, равноправное принципу относительности и «стоящее рядом с ним в один ряд», а как прямое следствие самого принципа относительности. Действительно, свет есть рядовое физическое явление, происходящее в пустом космическом пространстве, а все физические явления подпадают под формулировку принципа относительности.

Помимо экспериментальной проверки постулата о постоянстве скорости света, результаты некоторых оптических экспериментов (которые будут изложены ниже) тоже могут рассматриваться как следствия, вытекающие из самого принципа относительности. Эти опыты основаны на следующем факте. Свет, с одной стороны, представляет собой физический волновой процесс, происходящий в пустом космическом пространстве, который независим от наличия других процессов, находящихся в этом же самом пространстве. А с другой стороны, свет всегда рассматривается как некое реальное материальное тело, как самодостаточный космический объект, независимый от существования других объектов Вселенной. Эти две стороны света позволяют рассматривать его как с позиции субстанционального пространства, так и с позиции принципа относительности. Поэтому именно в опытах со светом только и возможно сделать выбор между двумя из указанных альтернативных теорий.

Таким образом, нас будут интересовать только оптические опыты, которые также можно разделить на несколько обособленных групп.

К первой из них относятся эксперименты, связанные с установлением независимости скорости света от скорости движения приёмника волн, т.е. с измерением скорости «эфирного ветра», который обтекает планету при её движении в пространстве. Действительно, в соответствии с положениями принципа относительности, «эфирного ветра» нет и быть не может, причём принципиально. Тогда как экспериментальное обнаружение «ветра» будет

указывать на ложность принципа, то есть свидетельствовать о том, что природа устроена иначе.

Вторая группа исследований касается сопоставления кинематических закономерностей световых волн с кинематическими закономерностями волновых процессов, выявленных у волн различной физической природы, распространяющихся в сплошных материальных средах. Тождественность закономерностей будет означать наличие среды и у световых волн.

Действительно, есть волновые явления, в которых среда волнового процесса явным образом не отражена в характеристиках самого явления. К ним относят такие явления, как интерференция, дифракция, поляризация волн; эффекты связанные с резонансными процессами; эффект Доплера, эффект Саньяка и др. Но есть и такие явления, характеристики которых не возможно никак объяснить без учёта (наличия) среды волнового процесса.

В кинематике волновых процессов имеется несколько таких явлений, которые малоизвестны широкой научной общественности. Они были теоретически предсказаны и экспериментально открыты не только в сплошных материальных средах (в газе, жидкостях и твёрдых телах). Эти же явления свойственны и электромагнитным волнам, способным распространяться через пустое космическое пространство. К ним относятся такие явления как эффект Михельсона, частотно-ротационный эффект, эффект Вавилова – Черенкова и др. Поэтому объяснение их существования в космической пустоте с необходимостью требует наличие её материальности.

Третье направление исследований связано как с изучением свойств электрических, магнитных и электромагнитных полей, так и с возникновением и действием электродинамических сил и т. д. Удовлетворительное объяснение особенностей многих из них в релятивистской электродинамике пока не найдено. Например, релятивистская электродинамика не может объяснить (ни качественно, ни количественно) факта наличия дополнительного импульса в явлении электродинамического взаимодействия токов проводимости с электромагнитными волнами. В этом явлении возникают электродинамические силы, действующие на проводники с электрическим током, которые значительно превышают суммарный импульс

фотонов, участвующих во взаимодействии. Величина возникающих электродинамических сил может быть объяснена только с позиции наличия физических свойств у пространства.

Действительно, согласно 3-му закону Ньютона, силы являются результатом взаимодействия двух тел. В рассматриваемом явлении взаимодействуют электромагнитная волна с электротоком, текущим по проводнику. Если рассматривать силы, действующие со стороны электромагнитного поля, то они приложены к проводнику, по которому течёт электрический ток проводимости. А с другой стороны, точно такая же по величине сила должна действовать на электромагнитное поле (фотоны) со стороны тока проводимости. Согласно представлениям СТО, других взаимодействующих объектов в этом явлении нет.

Тогда как с позиции субстанционального пространства во взаимодействии также участвуют токи проводимости и электромагнитная волна, но средой распространения волны является физический вакуум. Так что силы реакции со стороны токов проводимости приложены к среде распространения электромагнитной волны, к физическому вакууму.

Доказательство справедливости данного утверждения следующее. Факт наличия конкретной величины силы, которая приложена к току проводимости, легко измеряется в эксперименте. Точно также экспериментально твёрдо установлен факт, что с электромагнитной волной (фотонами), участвующей в явлении, никаких изменений не происходит. Действительно, мощность электромагнитного излучения и его частота не изменились после взаимодействия с током проводимости. Такое положение дел указывает на иной расклад аргументов в ответе на вопрос, а к каким именно материальным телам приложены силы реакции тока проводимости.

Это обстоятельство ещё более усугубляется тем, что сила, действующая на проводник с электрическим током, по своей абсолютной величине на несколько порядков больше той силы, которую теоретически может обеспечить фотонное представление электромагнитной волны. Действительно, если указанная сила будет приложена к электромагнитной волне, то она должна приводить к существенным изменениям характеристик волны (частоте излу-

ния или её интенсивности), которые могут быть легко наблюдаемы (обнаружены) в эксперименте.

Однако специальные исследования показали, что спектральный состав электромагнитной волны, её мощность (интенсивность), а также направление распространения после взаимодействия с токами проводимости остались прежними, они не изменились. А должны были бы измениться, поскольку реальность взаимодействия удостоверялась силой, действующей на проводник с электрическим током. Следовательно, во взаимодействии участвует ещё одно «невидимое» тело (аналог темной массы расширяющейся Вселенной).

Анализ результатов опытов указывает на то, что этим телом может быть только среда распространения электромагнитной волны (субстанциональное пространство). Поскольку только результатом взаимодействия с физическим вакуумом (как с материальным телом) можно было бы объяснить возникновение значительной величины силы, действующей на проводники с электротоком. Другого «тела» в этом взаимодействии предположить просто не удаётся.

Действительно, только оно, субстанциональное пространство, способно образовывать импульс силы, аналогичный импульсу, который возникает при поглощении фотона телом. Именно в эти мгновения субстанциональное пространство посредством электромагнитной волны, играющей роль своеобразного «катализатора» процесса электродинамического взаимодействия с пространством, способно «индуцировать массу», с которой и взаимодействует электроток проводимости.

Для объяснения возникновения «индуцированной массы» в описываемом электродинамическом процессе можно привлечь аналогию со звуковой волной, производящей давление на преграду. Действительно, материальность среды волнового процесса (масса молекул сплошной среды) только и может обеспечить силу, с которой звуковая волна действует на преграду.

Иными словами, субстанциональное пространство является причиной как наличия импульса (количества движения) у фотона, так и причиной значительного по величине импульса в описанном явлении. А поэтому именно пространство в месте взаимодействия

токов проводимости с электромагнитной волной создаёт реакцию «опоры» в виде образования «индуцированной массы». В таком взаимодействии электромагнитная волна играет роль всего лишь инициатора взаимодействия электротоков проводимости с «пустым» субстанциональным пространством (роль своеобразного «катализатора»), но ни как не взаимодействующего тела.

Аналогичные идеи (основанные на материальности пространства) возникают и при поиске объяснений нетрадиционных свойств магнитных полей, выходящих за рамки уравнений Максвелла, которые были обнаружены в опытах Фарадея, Геринга, Сигалова, Николаева, Баурова и др. Или в механизме образования сил инерции, например, опытах А.Л. Дмитриева, Е. М. Никущенко, С. А. Булгакова, В.Н.Толчина, Г. Ольсона, L. Alexander и др.

Заметим, что даже сам Ньютон для объяснения сил инерции привлекал понятие субстанционального пространства, то есть пространства, имеющего физические свойства, по современным представлениям – физического вакуума. Это обстоятельство также трактуется против парадигмы релятивизма и указывает на субстанциональность пространства, на наличие абсолютной системы отсчёта (не будем забывать, что СТО – это всё же релятивистская часть электродинамики).

Указанные выше электрические, магнитные и электромагнитные явления прямо связаны с процессами, происходящими в материальном вакууме. А некоторые из электромагнитных явлений могут быть объяснены только наличием структуры у участвующих в них полей, то есть тем, чего, согласно СТО (релятивистской квантовой электродинамики – РКД), быть в принципе не должно. Но об этом будет вестись речь в следующей главе.

Отметим, что в соответствии с трактовкой СТО, магнитные и электрические поля не перемещаются в пространстве, когда занимают его новые объёмы, распространяясь вдаль от своих источников (прародителей). Они, согласно интерпретации этой теории, как бы «возникают» в пространстве, изменяясь от нуля до какой-то конкретной величины.

Иными словами, в СТО полагается, что они (электрические, магнитные и электромагнитные поля) не движутся в пространстве

как самостоятельные и самодостаточные объекты, то есть здесь понятие механического движения (перемещения) как таковое полностью отсутствует. Электрические и магнитные поля как бы «чудесным» образом появляются из «ничего» в новых объёмах пространства, изменяя в них свои характеристики (напряженность, потенциал, поляризацию и т. п.) от нуля до заданной величины. Заметим, что мы ведём речь о том случае, когда физические поля находятся вдали от своих источников (прародителей).

Согласно современным представлениям релятивистской квантовой электродинамики, движутся в пространстве только электромагнитные поля, поскольку они имеют фотонное представление (корпускулярно-волновой дуализм). А вот исключительно электрических или магнитных «фотонов» современная физика не знает. Она просто признаёт факт наличия этих полей и только. И хотя электротехника не использует представлений о специальных электрических или магнитных фотонах, но способность этих полей существовать в пространстве вдали от своих индукторов и воздействовать на заряженные частицы она признаёт, поскольку это есть твёрдо установленный экспериментальный факт.

Однако в качестве самой простой гипотезы его объяснения можно было бы предположить наличие материальности (субстанциональности) пустого пространства, состояния которого и есть указанные электрическое и магнитное поля. Привлекать гипотезу существования субстанционального пространства именно в качестве равноценной гипотезы объяснения факта наличия в природе особых форм существования материи в виде электрического и магнитного полей.

При этом заметим, что электродинамические силы (а на их реальности зиждется вся современная электротехника) представляют собой обменные силы, частичкой которых, по представлениям релятивистской квантовой электродинамики, является виртуальный фотон, то есть принципиально не наблюдаемый материальный объект. Тогда как в представлении о субстанциональном пространстве агентом сил является «материя» физического вакуума. Иными словами, электромагнитные процессы, как и объекты, которые в них участвуют, в представлении СТО разительно отлича-

ются от наглядных представлений классической физики, а поэтому эти материальные феномены тоже представляют собой потенциальную возможность экспериментальной проверки теории.

11. Поиск «эфирного ветра»

Рассмотрим подробнее направление исследований, связанное с поиском «эфирного ветра», поскольку именно оно является краеугольным камнем в проблеме установления истинности принципа относительности, используемого в ранге основного закона природы.

Подобные современные исследования представляют собой прямое повторение опыта Майкельсона, выполненного на соответствующей нынешнему моменту времени приборной основе с использованием особых (специальных) источников электромагнитных волн: мазеров и лазеров, обладающих уникальными свойствами именно для рассматриваемого случая.

Хотя ещё со времён А. Эйнштейна было известно, что отрицательный результат подобных экспериментов (в таких опытах путь света замкнут) не имеет никакого отношения к принципу относительности. Действительно, в них регистрируется не нулевое значение скорости «эфирного ветра», а свойство материальных тел изменять свои линейные размеры относительно направления их движения в пространстве. Эту гипотезу предложил Дж. Фитцджеральд, а Х. Лоренц доказал её в самом общем виде, поскольку свет и материальные тела имеют одинаковую электромагнитную основу [49, 50].

Было очевидно, что конкретные значения коэффициентов изменения (сокращения) линейных размеров движущихся тел зависят от методики расчёта, в основании которых лежат разные исходные положения, принимаемые волевым порядком их авторов. Например, в СТО расчёты основаны на положениях принципа относительности. В гипотезе субстанциональности физического вакуума (неподвижного электромагнитного эфира, заполняющего всё космическое пространство) – на основе электромагнитного строения вещества и положения о том, что молекулярные и прочие незлек-

трические силы изменяются при движении тел в той же пропорции, что и электрические силы.

При этом в обеих теориях утверждалась независимость скорости распространения электромагнитных волн в вакууме от скорости движения источника и приёмника волн. Иными словами, всё с электромагнитными волнами в космосе происходило точно так же, как и со звуковыми волнами в атмосфере.

Согласно методике субстанционального пространства, численные значения коэффициентов сокращения линейных размеров тел существенно отличаются от аналогичных коэффициентов, вычисленных по методике СТО. Другим их существенным отличием от коэффициентов СТО является ещё и то, что они могут быть непосредственно измерены в эксперименте, проводимом в любой системе отсчёта. Иными словами, изменение линейных размеров тел, находящихся в движении, является объективной реальностью. Тогда как с позиции СТО измерить эти коэффициенты принципиально невозможно, находясь в «движущейся» системе отсчёта, а в неподвижной системе они представляют собой кинематический эффект, связанный с положением об относительности одновременных событий. Иными словами, сопоставить размеры одного и того же тела наблюдателям, находящимся в разных инерциальных системах отсчёта, не представляется возможным.

К тому же Х. Лоренцем было доказано, что справедливость принципа относительности (реальность его существования в природе) в экспериментах со светом можно выяснить только лишь в прямых экспериментах по измерению скорости света, распространяющегося в одном направлении. Они представляют собой категорию опытов первого порядка, в которых порядок опыта – это отношение скорости движения системы измерения к скорости света. То есть измеряемая величина эффекта в этих экспериментах на порядки больше, чем в опыте Майкельсона.

Казалось бы, что это обстоятельство значительно увеличивает шансы на успех работ, ведущихся в данном направлении, но это не так. Здесь существует значительная трудность, которую вот уже более сотни лет не удаётся преодолеть самым опытным и изощрённым экспериментаторам. Она покоится на доказательстве

Х. Лоренца, что все световые эффекты, известные в то время (звёздная aberrация, эффекты Доплера, Саньяка и др.), а также уже поставленные опыты по поиску «эфирного ветра», относящиеся к категории опытов первого порядка, имеют те же самые численные величины, которые следуют как из принципа относительности, так из положения о неподвижном электромагнитном эфире. Иными словами, необходимо так поставить опыт первого порядка, чтобы он мог трактоваться только с позиции одной из указанных теорий.

Однако на этом пути встречаются и казусы, когда постановщики эксперимента высочайшего международного уровня относят свою работу к опытам первого порядка, где указанная трудность вроде бы преодолена. Тогда как современная критика этих работ, сделанная независимыми учёными (публикуемая даже в рейтинговых журналах, где к критике СТО относятся с предубеждением), прямо отождествляет их с опытами второго порядка. То есть к работам, в которых нет прямого измерения величины скорости света, распространяющегося в одном направлении. Поскольку в работе измеряется опосредованная величина, которая явным образом не зависит от абсолютного значения величины скорости света. Здесь имеются ввиду опыты типа эксперимента Дж. П. Седархольма и Ч. Х. Таунса, в которых использовалось излучение, идущее от двух мазеров, а также аналогичные эксперименты с лазерами [48].

Идея предлагаемых опытов первого порядка состоит в установлении функциональной зависимости между величиной интервала времени движения света между двумя пунктами, расположенными на поверхности Земли по линии восток – запад, и временем проведения замера, то есть с пространственным положением планеты. Такая зависимость следует из представлений теории субстанционального пространства (физического вакуума), связанной, например, с орбитальным движением планеты вокруг Солнца и её суточным вращением вокруг своей оси.

Совместно эти два движения приводят к тому, что проекция вектора орбитальной скорости планеты на прямую, соединяющую пункты (или на сам вектор скорости света, что одно и то же), зависит от времени суток (по сути – угла поворота планеты отно-

сительно нулевого меридиана). Это обстоятельство ведёт к функциональной зависимости фактической скорости света от времени замера в системе отсчёта, связанной с планетой, а, следовательно, к изменению величины интервала времени движения света между пунктами. Данное обстоятельство иллюстрируется рисунком 14.

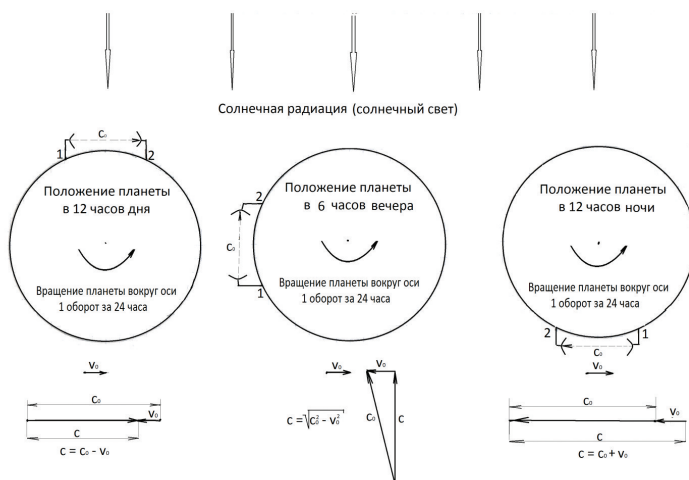


Рис. 14.

На этом рисунке окружностями показан контур планеты в 3-х положениях по отношению к солнечной радиации (солнечному свету), которая изображена в виде стрелок, расположенных в верхней части рисунка. На поверхности планеты показаны две радиотехнические установки со своими приёмно-передающими антеннами 1 и 2. Радиосигнал (радиоволна) от антенны 1 посылается (распространяется) только в направлении антенны 2.

В первом положении планеты, когда радиотехнические устройства расположены на освещённой стороне планеты (12 часов дня), в согласии с представлением теории физического вакуума (а в СТО, для наблюдателя, расположенного в координатной системе

Солнца), скорость радиоволны, относительно поверхности планеты, будет меньше скорости света в вакууме на величину орбитальной скорости планеты (здесь и ниже речь ведётся о фазовых скоростях волновых процессов).

$$C = C_0 - V_0 \quad (35).$$

где: C – фазовая скорость электромагнитной волны (э/м волны) относительно поверхности планеты,

C_0 – фазовая скорость э/м волны относительно физического вакуума,

V_0 – орбитальная скорость планеты.

Во втором положении планеты (планета вращается с угловой скоростью 1 оборот за 24 часа), когда радиотехнические устройства расположены на вечерней стороне планеты (6 часов вечера), скорость радиоволны, относительно поверхности планеты, будет определяться по формуле:

$$C = C_0 \sqrt{1 - \frac{V_0^2}{C_0^2}} \quad (36).$$

В третьем положении планеты, когда радиотехнические устройства расположены на ночной стороне планеты (12 часов ночи), скорость радиоволны относительно поверхности планеты будет больше скорости света в вакууме на величину орбитальной скорости планеты.

Напомним, что волна распространяется от антенны 1 только в сторону антенны 2.

$$C = C_0 + V_0 \quad (37).$$

В самом общем случае (в первом приближении) скорость радиоволны относительно поверхности планеты будет определяться по формуле:

$$C = C_0 \left[1 - \frac{V_0}{C_0} \cos \varphi \right] \quad (38).$$

где угол φ соответствует местному времени, выраженному в радианной мере (угол поворота планеты, отсчитываемый, например, от полуночи).

Примечание 1. Изложенное выше соответствует представлению о движении нашей планеты по орбите вокруг Солнца со скоростью V_0 , равной 30 км/с. Однако относительно физического вакуума скорость Земли может иметь совершенно иную величину и направление.

Это связано с тем, что, например, сама Солнечная система входит в состав звёзд нашей Галактики Млечный путь и движется относительно её центра с некоторой строго определённой скоростью. Это движение Земли, как и её другие перемещения в составе более крупных космических объектов, иллюстрирует рисунок 11.

Но какова бы не была по величине скорость движения Земли относительно физического вакуума (V_0), суточное вращение планеты вокруг своей оси будет приводить к периодическому изменению величины скорости распространения света относительно поверхности Земли. Эта зависимость выражается формулой (38).

На рисунке 11 представлена иерархия движений, в которых принимает участие наша планета. Эти данные астрономических наблюдений хорошо известны широкой научной общественности.

Земля является структурным элементом Солнечной системы. Движение Земли вокруг Солнца происходит с линейной скоростью в 30 км/с.

Солнечная система входит в состав галактики Млечный путь и занимает в ней строго определённое место. Она находится от центра Галактики на расстоянии примерно в 40 000 световых лет. А её вращение вокруг центра Галактики происходит с линейной (тангенциальной) скоростью в 230 км/с. Заметим, что эту величину скорости движения Земли относительно эфира когда-то отстаивал Миллер, интерпретируя результаты своих опытов с интерферометром Майкельсона [41].

Движение нашей Галактики к центру Местной группы галактик под действием гравитационного притяжения Туманности Андромеды (галактики М31) происходит со скоростью 40 км/с.

Совместное движение центра Местной группы галактик к скоплению галактик в созвездии Девы, а затем в направлении к Великому аттрактору совершается со скоростью 600 км/с.

Большинство исследователей времён становления СТО не могли согласиться со вторым принципом, положенным в основание теории. Суть их несогласия заключалась в следующем.

Перечисленные объекты Вселенной (на рисунке 11 они обведены рамкой), да и сама планета Земля рассматриваются в физике как инерциальные системы отсчёта, находящиеся в свободном (инерциальном) движении по отношению друг к другу. Но тем не менее (то есть невзирая на движение этих систем отсчёта относительно друг друга с различными скоростями) принцип относительности утверждает, что во всех этих системах отсчёта (а если конкретно, то в пространстве этих систем отсчёта относительно их координатных осей) величина скорости света должна быть одной и той же и равной 300 000 км/с.

Данное утверждение можно принять за истину, если не принимать во внимание следующие обстоятельства. Перечисленные объекты Вселенной, включая в них и свет, являются самодостаточными и существуют независимо друг от друга. Эти объекты находятся в одном и том же пространстве, общем для них всех. Это же самое пространство (как и свет, распространяющийся в нём) одновременно является индивидуальным пространством каждой системы отсчёта, которые были перечислены выше.

Но если это так, то утверждение принципа относительности, что каждое из индивидуальных пространств (как и свет, распространяющийся в нём) перечисленных выше систем отсчёта находится в движении по отношению к другим индивидуальным пространствам, является физической нелепицей (нонсенсом), поскольку реально существующее пространство одно-единственное.

Предложенное представление общности пространства описанных систем отсчёта поясняется рисунком 15.

На нем представлена перечисленная выше иерархия систем отсчёта. Это компьютерная разработка схемы с соблюдением реальных пространственных масштабов иерархии космических систем, которая была описана выше. Космические системы, как «русская матрёшка», вложены одна в другую. В этом представлении наглядно показано то, что всё зависит от того, какой объём пространства рассматривается. Но тем не менее перечисленные выше объекты

Вселенной (планета Земля, Солнечная система, Млечный путь и т. д.) движутся именно в этом одном, общем для них всех, пространстве.

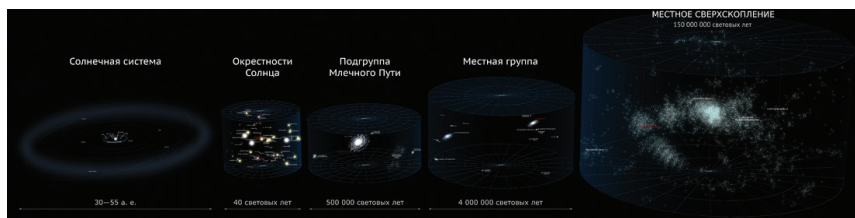


Рис. 15.

И хотя рассматриваемые объёмы разные, но пространство в них одно и то же не только по пространственному положению звёздных объектов, но и по физическим свойствам. Действительно, физические свойства пространства не могут зависеть от величины рассматриваемого объёма, поскольку понятие «физическое свойство» всегда относится к каждой конкретной точке пространства.

Следует отметить, что в общей теории относительности (ОТО) утверждается о наличии функциональной зависимости свойств пространства от количества материи, находящейся в нём. Но можно настаивать на вторичности данного положения ОТО, то есть на том, что одним из свойств пространства является его потенция изменять свою кривизну в зависимости от количества материи, находящейся в рассматриваемом объёме. Иными словами, полагать, что свойством пространства является способность изменять свою кривизну под действием материи, а конкретная кривизна в данной точке пространства являет собой именно пример реализации этого свойства. На основании вышеизложенного можно полагать, что свойства пространства не зависят от величины рассматриваемого объёма.

Для ясного понимания изложенного выше положения его можно выразить в другой редакции. Например, представив такой возможный (мысленный) эпизод в истории движения перечисленных выше систем отсчёта. Предположим, что в каком-то специально выбранном объёме пространства в один из моментов времени (т.е.

одновременно) параллельно друг другу проходят (собрались вместе) одноимённые оси координат указанных выше систем отсчёта (например, оси ОХ). Понятно, что указанные оси систем отсчёта – это не реальные объекты (в смысле, что они не могут быть материальными стержнями или линейками), а воображаемые виртуальные образы математики. При этом (согласно рассматриваемому случаю) не вызывает сомнений утверждение, что указанные оси координат находятся в движении относительно друг друга (причём перемещаются с различными скоростями), поскольку движутся материальные тела, с которыми они связаны (Земля, Солнечная система, Галактика и т. д.). И пусть в этот же момент времени в этом же самом пространстве относительно них будет распространяться световая волна.

При изложенных выше начальных условиях, принцип относительности утверждает, что скорость движения света относительно каждой из этих осей будет равна 300 000 км/с. Тогда как весь наблюдательный опыт классической механики убеждает нас в том, что величина скорости движения любого объекта всегда различна относительно тел, которые находятся в движении по отношению друг к другу. Перед нами явное противоречие между взглядами на рассматриваемую проблему.

При анализе описанной ситуации необходимо сконцентрировать внимание на том, что свет как самодостаточный объект движется в том же самом пространстве, что и обозначенные выше материальные тела и связанные с ними координатные оси систем отсчёта. Причём, согласно логике кинематических закономерностей, скорость света не может зависеть от наличия воображаемых координатных осей этих систем отсчёта в том месте пространства, где свет распространяется. То есть от того, находятся ли они (оси координат) в этот же самый момент времени в этом же самом пространстве, что и сам свет, или их здесь нет.

И более того, согласно утверждению принципа относительности, скорость света должна быть изотропна в пространстве всех инерциальных систем отсчёта. Иными словами, в любой из указанных систем отсчёта, как бы не разворачивать прибор, измеря-

ющий скорость света, во всех направлениях, он должен был бы показывать (измерять) одну и ту же её величину этой скорости.

Тогда как с позиции субстанционального пространства (физического вакуума), величина скорости света, измеренная на поверхности Земли, зависит от угла между вектором скорости планеты и продольной осью прибора, измеряющего скорость света. В этом случае вращение Земли вокруг своей оси с закреплённым на её поверхности прибором отождествляется с вращением самого измерительного прибора в системе координат невращающейся планеты. Иными словами, пространство инерциальной системы отсчёта, находящейся в движении по отношению к другим системам отсчёта, будет не изотропно, поскольку скорость света, измеренная по разным направлениям, будет различна (неодинакова). Указанную анизотропию пространства инерциальной системы отсчёта можно выявить с помощью вращения прибора, измеряющего скорость света. Это обстоятельство было изложено в виде численного эксперимента в параграфе 8.5.

Таким образом, можно утверждать, что при изучении одного и того же природного явления (измерения скорости света по разным направлениям), которое рассматривается с позиции СТО и с позиции субстанциональности космического пространства, обнаруживаются разные выводы (следствия). При этом заметим, что изложенные выше обстоятельства прозрачны для понимания и объясняются различием научных подходов, используемых при исследовании свойств Вселенной. Но по-другому здесь и быть не могло, поскольку исходные основания, используемые для изучения описанной выше ситуации, антагонистичны.

Здесь важно и другое обстоятельство: разрешение противоречия возможно выявить в прямом эксперименте и тем самым установить реальность или ложность принципа относительности. Так каким же образом (с помощью какого эксперимента) можно сделать правильный выбор между предложенными ответами при решении этой проблемы?

12. Описание идеи эксперимента по проверке принципа относительности

Итак, поставлена задача: так как же на практике посредством реального эксперимента возможно измерить абсолютную скорость движения системы отсчёта, находясь в ней самой? Для ее решения представим себе следующую принципиальную схему проведения подобного опыта.

На поверхности Земли на строго определённом расстоянии друг от друга находятся две радиотехнические установки, как показано на рисунке 16. В одном из пунктов (например, в первом) последовательно производят и излучают импульсы радиоволн в направлении второй установки. Причём промежутки времени между импульсами делают строго равными друг другу. Во втором пункте принимают импульсы радиоволн и измеряют промежутки времени между их приходом.

Если скорость электромагнитных волн, распространяющихся между установками, будет изменяться, то будут изменяться и промежутки времени между приходом импульсов радиоволн, принимаемых второй установкой. Данный эксперимент «один в один» аналогичен наблюдениям за периодичностью затмений спутников Юпитера, которые проводил О. Рёмер, тем самым первым измеривший скорость света (1676 г.).

Заметим, что промежутки времени между импульсами радиоволн задаются только часами первого пункта. Импульсы радиоволн и интервалы времени между ними регистрируют в другом (втором) пункте. Длительность интервалов времени между регистрируемыми импульсами радиоволн определяется уже по часам второго пункта.



Рис. 16.

На рис. 16 изображено взаиморасположение радиоустройств на местности. Здесь показаны:

- 1 – передвижная автономная передающая радиостанция;
- 2 – параболическая (направленная) антенна передающей радиостанции;
- 3 – стационарная автономная принимающая радиостанция;
- 4 – параболическая (направленная) антенна принимающей радиостанции.

В такой постановке опыта нет необходимости в строгой синхронизации часов, расположенных в пунктах, в смысле требований, предъявляемых СТО. В таких экспериментах достаточно того, чтобы часы в обоих пунктах шли достаточно **точно**.

Примечание 2. Термин «точно» для понятия времени всегда употребляется в смысле совпадения показаний часов с эталоном (например, наши часы идут точно с «сигналами точного времени»), то есть когда стрелки обоих часов показывают одно и то же время (идут синхронно). Конечно же, в описываемом эксперименте под понятием «точно» используется несколько иной смысл этого слова, производный от него (или подразумеваемый под ним), а именно: «точность хода», или «одинаковый темп хода часов», т.е. когда длительность одной секунды у обоих часов должна быть строго одинакова.

Повторимся, в этом эксперименте не важна синхронизация часов как таковая, при которой, согласно СТО, часы должны показывать одно и то же время для одного и того же события. То есть, в рассматриваемом случае не имеет значения, напротив каких цифр на циферблате находятся стрелки часов, расположенных в этих двух пунктах наблюдения (например, одни часы могут показывать 12 часов, а другие – 12 часов 15 минут). Здесь важен строго одинаковый темп хода обоих часов.

Действительно, в рассматриваемом случае приход (поступление) первого импульса радиоволн от первых часов ко вторым представляет собой сигнал для наблюдателя, находящегося у вторых часов, чтобы тот начал отсчёт интервала времени, который про-

длится до прихода второго импульса радиоволн. И так далее, от импульса к импульсу. Иными словами, в нашем случае измеряется длительность промежутков времени, прошедших между импульсами. Таким образом, синхронизация как таковая в этом случае не нужна. Вот, собственно, именно в этом обстоятельстве и заключается вся суть предлагаемого эксперимента. Определяющим (важным) в таком опыте является одинаковый темп хода обоих часов; именно от него зависит точность данных измерений.

Повторимся, предлагаемый эксперимент по своей внутренней сути очень похож на опыты Оле (Олаф) Кристенсена Рёмера (1644–1710), в которых на практике впервые в истории науки была измерена скорость света. В опыте Рёмера строго периодические затмения спутника Юпитера Ио служили своеобразными точными часами, за которыми следили с поверхности Земли с использованием земных хронометров.

Предлагаемый опыт можно осуществить в сантиметровом диапазоне радиоволн, используя хорошо изученные традиционные генераторы радиоволн, такие как: клистроны, магнетроны, лампы бегущей волны и т.п. С их применением роль отдельных импульсов радиоволн, о которых упоминалось выше, переходит к отдельному периоду колебаний самой радиоволны, что значительно упрощает техническое исполнение описываемого эксперимента. Более того (что особо важно для его проведения), указанные генераторы радиоволн обладают большой временной когерентностью, поскольку первоначальная фаза излучения у них не меняется в течение всего времени генерации ими волн.

Действительно, задача стабилизации частоты этих электронных приборов уже давно решена с помощью системы кварцевой стабилизации частоты. Долговременная стабильность частоты современных радиоустройств, в частности клистронных генераторов, достигает величины не хуже значения в 10^{-10} за несколько суток. Это позволяет сравнивать фазы двух волн, излучённых ими, на протяжении всего эксперимента, который будет описан ниже (т.е. в течение нескольких суток).

В описываемом ниже опыте были использованы термостатированные (в интервале температур от 10 до 40° Цельсия) клистрон-

ные генераторы радиоволн с длиной волны 3 см и кварцевой стабилизацией частоты.

Примечание 3. При обсуждении подобных работ (сообщений) очень часто возникает вопрос о долговременной стабильности частоты клистронных генераторов. При ответах обычно ссылаются на данные изготовителей этих серийных приборов, которые являются конкурентами (в хорошем смысле этого слова) атомных стандартов частоты (мазеров). В протоколе испытаний долговременной стабильности широко применяемого современного генератора ГК89-ТС его производителем указано, что долговременная стабильность частоты прибора за сутки составляет $(0,15 \cdot 10^{-10})$ и за год $(1,2 \cdot 10^{-9})$ после 30 суток наработки. Генераторы такого уровня часто заменяют квантовые (рубидиевые) стандарты частоты, позволяя сэкономить значительные средства (поэтому за рубежом их называли «PoorManRubidium» – рубидиевые стандарты для бедных (рачительных!) людей). Есть и промышленные модели с более высокой долговременной стабильностью в 10^{-11} , используемые в космической системе позиционирования.

Для ясного понимания предлагаемого опыта необходимо сделать ещё одно достаточно важное разъяснение, чтобы можно было правильно представить суть физических процессов, которые происходят в этом эксперименте.

Примечание 4.

12.1. Частотно-ротационный эффект

Изучение кинематических закономерностей волновых процессов в сплошных средах выявило, что при движении источника и приёмника волн с одной и той же скоростью относительно среды распространения волнового процесса, принимаемая частота волн будет в точности равна частоте источника волн. В этом случае всё происходит точно так же, как если бы источник и приёмник волн покоились относительно среды волнового процесса.

Иными словами, при указанных условиях движения, когда относительная скорость перемещения между источником и приёмником волн отсутствует, эффект Доплера будет равен нулю. Хотя источник и приёмник волн передвигаются относительно среды распространения волнового процесса.

Однако при условии отсутствия относительного движения источника и приёмника волн, но одинаковой скорости их движения относительно среды распространения волнового процесса, фазовая скорость движения волны между ними будет различной (скорость волны относительно источника и приёмника волн). Это обстоятельство не вызывает никаких сомнений (ни теоретических, ни экспериментальных), если в лабораторной системе отсчёта наблюдать за движущимися в ней источником и приёмником волн (см. параграф 12.1 «Частотно-ротационный эффект»). Изменение фазовой скорости приводит к преобразованию фазы принимаемых волн.

Поскольку фазовая скорость волны зависит от ориентации вектора скорости движения источника и приёмника волн относительно вектора скорости распространения волны (то есть от угла, образованного вектором скорости волны и вектором скорости источника и приёмника волн), то это обстоятельство можно положить в основание способа измерения скорости движения объекта относительно среды распространения волнового процесса. А так как кинематические закономерности волновых процессов свойственны всем видам волн различной физической природы, то этот факт можно попытаться обнаружить и у электромагнитных волн, средой распространения которых является физический вакуум.

Например, фазовая скорость волны относительно источника и приёмника будет меньше скорости волнового процесса в вакууме на величину скорости движения источника и приёмника волн в вакууме, если вектор скорости их движения и вектор скорости волны совпадают по направлению. В качестве иллюстрации этого утверждения можно сослаться на рис. 14, отображающих положение установок на 12 часов дня (в системе отсчёта Солнца), а также на приведённую под ним формулу.

Или фазовая скорость волны будет больше скорости волнового процесса в вакууме на величину скорости движения источни-

ка и приёмника волн относительно вакуума, если вектор скорости их движения и вектор скорости волны имеют противоположные направления (см. рис. 14, положение установок на 12 часов ночи и приведённую под ним формулу).

Разные величины фазовых скоростей приводят к тому, что между источником и приёмником будет «укладываться» неодинаковое количество длин волн, хотя расстояние между ними остаётся неизменным. Иными словами, «длина оптического пути» между источником и приёмником волн зависит от фазовой скорости волн. Понятие (термин) «длина оптического пути» взят из раздела оптики, рассматривающего явление интерференции света. Этот термин означает, какое количество длин волн света уложится между источником и приёмником волн.

Указанное обстоятельство хорошо иллюстрируются рисунками 17. 18. и 19.

На рисунке 17 схематически представлено соотношение расстояния ℓ между источником 1 и приёмником волн 2 с длиной электромагнитной волны λ_0 для случая, когда они оба покоятся относительно среды волнового процесса ($V_0 = 0$).

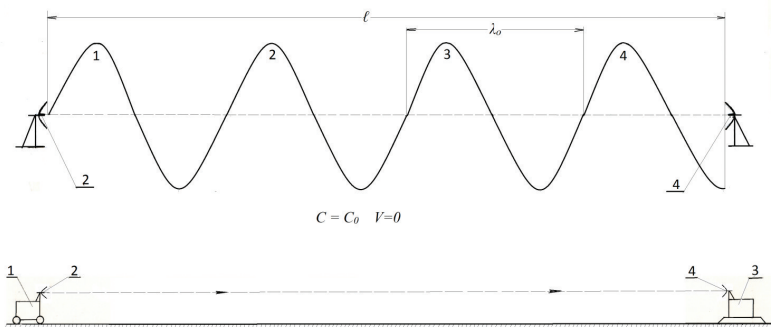


Рис. 17.

В рассматриваемом предположении (рабочей гипотезе) средой распространения электромагнитных волн является физический ва-

куум. В этом случае на длине прямой ℓ уложится n_0 количество длин волн (λ_0 – длина волны относительно среды распространения волнового процесса). На рисунке это соответствует 4-м длинам волн (каждая длина волны пронумерована).

$$n_0 = \ell/\lambda_0. \quad (39),$$

где $\lambda_0 = C_0 T$,

T – период колебаний источника волн.

На рисунке 18 схематически представлено то же самое соотношение расстояния ℓ с длиной электромагнитной волны λ_1 , но в случае, когда источник и приёмник волн одновременно находятся в движении с одной и той же скоростью V_0 относительно среды волнового процесса. В данном случае, когда направление вектора скорости движения источника и приёмника волн совпадает с направлением распространения волны, фазовая скорость электромагнитной волны будет меньше C_0 (см. формулу 5), и длина волны λ_1 уменьшится в среде волнового процесса, вследствие эффекта Доплера:

$$\lambda_1 = (C_0 - V_0)T = C_0 T (1 - V_0/C_0) = \lambda_0(1 - V_0/C_0) \quad (40).$$

Иными словами, на длине прямой ℓ , то есть между источником и приёмником волн, уложится большее количество длин волн λ_1 .

$$n_1 = \ell/\lambda_1 = \ell/\lambda_0(1 - V_0/C_0) = n_0/(1 - V_0/C_0) \quad (41).$$

Данное обстоятельство на рисунке 18 схематично отображено кривой красного цвета. Из рисунка видно, что между источником и приёмником волн уложится более 5 длин волн. На этом же рисунке пунктирной кривой схематично показано расположение волны между источником и приёмником волн в случае, когда скорость их движения относительно среды волнового процесса равна нулю.

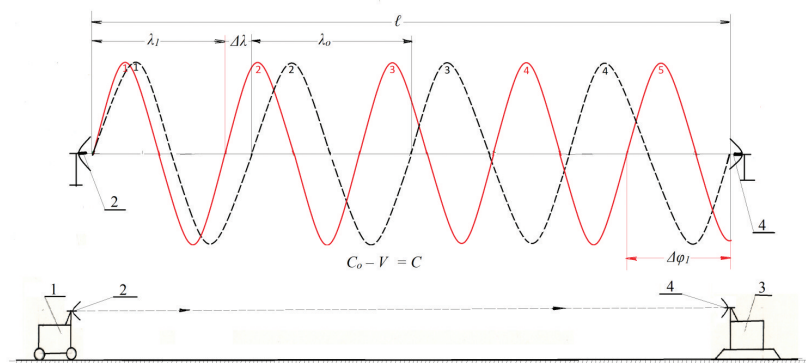


Рис. 18.

Указанное обстоятельство приводит к сдвигу фазы принимаемого излучения, выраженному в длинах волн:

$$\Delta\varphi_1 = n_1 - n_0 \quad (42).$$

На рисунке 19 показано то же самое обстоятельство, но для случая, когда направление вектора скорости движения источника и приёмника волн противоположно направлению распространения волны. В этом случае фазовая скорость электромагнитной волны будет больше C_0 (см. формулу (4)), как и длина волн в среде λ_2 .

$$\lambda_2 = \lambda_0 (1 + V_0/C_0) \quad (43).$$

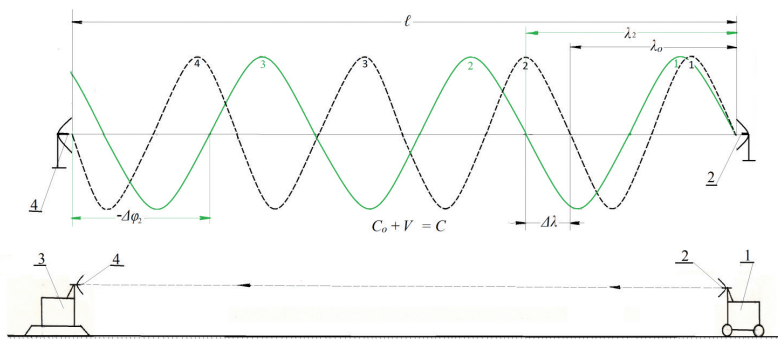


Рис. 19.

А это приведёт к тому, что на длине прямой ℓ , то есть между источником и приёмником волн, уложится меньше длин волн λ_2 .

$$n_2 = \ell/\lambda_2 = \ell/\lambda_0(1 + V_0/C_0) = n_0/(1 + V_0/C_0) \quad (45).$$

Указанное обстоятельство приводит к сдвигу фазы принимаемого излучения:

$$\Delta\varphi_2 = n_0 - n_2 \quad (46).$$

Таким образом, скорость движения источника и приёмника волн относительно среды волнового процесса может быть точно измерена по изменению фазы воспринимаемого излучения.

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 = n_1 - n_2 = \Delta n \quad (47).$$

В общем случае, если в уравнение (47) подставить значения n_1 и n_2 из уравнений (41) и (45) то получим:

$$\Delta\varphi = \left[\frac{\ell}{\lambda_0 \left(1 - \frac{v_0}{c_0}\right)} - \frac{\ell}{\lambda_0 \left(1 + \frac{v_0}{c_0}\right)} \right] = \frac{2\ell \cdot \beta}{\lambda_0(1 - \beta^2)} \approx \frac{2\ell\beta}{\lambda_0} \quad (48).$$

где $\beta = \frac{v_0}{c_0}$

По сути формула (48) указывает на прямую возможность измерения абсолютной скорости нашей планеты. Это новый физический эффект, который указывает на то, что при движении источника и приёмника волн с одной и той же скоростью относительно среды распространения волнового процесса, фаза принимаемой волны зависит как от величины скорости их движения, так и от ориентации прямой, соединяющей источник с приёмником волн относительно вектора скорости их движения. Хотя при этом частота принимаемой волны равна частоте источника волн.

Эффект особо ярко проявляет себя при вращении измеритель-

ной системы (состоящей из источника и приёмника волн), когда вектор скорости движения системы лежит в плоскости её вращения. В этом случае источник и приёмник волн периодически меняются местами по отношению к вектору скорости системы. Описанный выше кинематический эффект был назван частотно-ротационным эффектом.

Заметим, что кинематические закономерности волновых процессов различной физической природы (звуковые волны, волны на поверхности сред, волны Релея, световые и т. п.), такие как интерференция, дифракция, эффект Доплера, резонансные явления и т. п., указывают на то, что они (закономерности) присущи всем видам волн без каких-либо исключений.

При этом, в виде исключения из общего правила, упоминают поперечный эффект Доплера, который будто бы присущ только релятивистским источникам электромагнитных волн и своим появлением обязан явлению замедления времени. Однако поперечный эффект Доплера наблюдается и у звуковых волн в средах, но причина его появления здесь не связана с высокими скоростями движения источников и приёмников волн (то есть с релятивистским замедлением времени), а обусловлена формой фронтов волн и их движением в среде. Это обстоятельство будет подробно изложено в одном из параграфов этой книги.

Как было показано выше, частотно-ротационный эффект является сугубо кинематическим эффектом волн в сплошных средах (специфическим эффектом, зависящим от двух факторов: одновременного поступательного и вращательного движения измерительной системы). На основании того, что кинематические закономерности свойственны всем типам волн различной физической природы, мы вправе полагать, что частотно-ротационный эффект характерен и для электромагнитных (световых) волн.

Данный эффект может быть положен в конструкцию приборов, измеряющих скорость поступательного движения космических объектов, перемещающихся относительно субстанционального пространства (физического вакуума). Ниже будет описан реальный опыт по измерению абсолютной скорости движения нашей планеты, основанный на данном эффекте.

12.2. Практическое осуществление опыта по измерению абсолютной скорости движения Земли

План эксперимента заключался в следующем. Радиоволна, излучённая генератором, находящимся в передвижной станции 1 (см. рис. 16), принималась радиоприёмником, который был расположен в стационарной станции 3. Излучение радиоволн происходило в непрерывном режиме.

С помощью радиоприёмника волна преобразовывалась в пропорциональную величину переменного электротока высокой частоты с сохранением её частоты и фазовых характеристик. При этом принимаемая амплитуда волны усиливалась, а пропорциональное ей напряжение электротока нормировалось по амплитуде.

После описанной процедуры фаза выработанного переменного электротока сравнивалась с фазой переменного электротока, полученного от другой волны. Эта волна была выработана генератором, который был расположен здесь же, в самой стационарной станции 3. Эта волна представляла собой так называемый «опорный сигнал», фаза которого в течение всего времени проведения эксперимента оставалась неизменной. Таким образом, в стационарной станции 3 производилось измерение разности фаз двух переменных электротоков. Один из токов был пропорционален радиоволне, преодолевшей расстояние между станциями, что привело к изменению её первоначальной фазы, а другой электроток служил опорным сигналом с постоянной начальной фазой его генерации.

Разность фаз электротоков изменялась во времени, поскольку определялась фазовой скоростью радиоволны и находилась в функциональной зависимости от вращения Земли (времени суток). Измеренное изменение разности фаз, наблюдаемое в течение суток, отождествлялось с изменением времени, которое требовалось радиоволне для прохождения одного и того же пути (расстояния между станциями) в разное время суток.

Напоминаем, что в теории волновых процессов понятия «фаза» и «период колебаний» представляют собой понятия одного и того же физического смысла. Период колебаний – это время совершения одного колебания любого волнового процесса. Чаще всего

представление о фазе употребляется в виде интервала времени (t), который выражен частью периода (T) или его целым числом (t/T).

Фаза как интервал времени указывает, насколько (по времени) сдвинуто начало образования колебательного процесса (волны) или окончание его действия относительно строго определённого (заданного или оговоренного) момента времени (например, начала отсчёта времени в какой-либо системе измерения).

В рассматриваемом эксперименте указанные промежутки времени измерялись путём сопоставления (соотнесения) фазы принимаемой волны (прошедшей расстояние между станциями) с фазой опорной волны. Практически это выражалось в виде разности фаз электротоков, которые подавались на электроды управления (первую и вторую сетки) пентода.

Если рассмотреть конкретную блочную схему эксперимента (см. рис. 20), то радиоволна генерировалась клистронным генератором 5 передвижной станции 1 и излучалась направленной антенной 2 в сторону приёмной антенны 4 стационарной станции 3. Частота генератора 5 стабилизировалась устройством стабилизации частоты 6 передвижной станции 1.

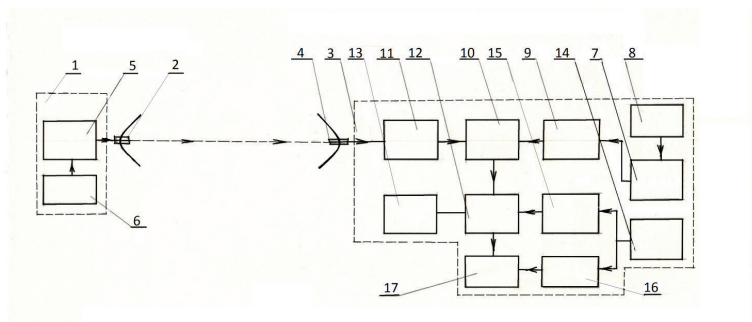


Рис. 20.

Блочная схема эксперимента с использованием клистронного генератора электромагнитных волн показана на рисунке 20. На нем представлена блок-схема передающей и принимающей радиостанций. Здесь изображены:

1 – передвижная автономная передающая радиостанция,

- 2 – параболическая (направленная) антенна передающей радиостанции,
- 3 – стационарная автономная принимающая станция,
- 4 – параболическая (направленная) антенна принимающей радиостанции,
- 5 – клистронный генератор электромагнитных волн,
- 6 – устройство кварцевой стабилизации частоты клистрона (кварцевый резонатор),
- 7 – клистронный генератор электромагнитных волн,
- 8 – устройство кварцевой стабилизации частоты клистрона (кварцевый резонатор),
- 9 – фазовращатель,
- 10 – смесительный пентод,
- 11 – усилитель,
- 12 – исполнительный механизм измерительного конденсатора,
- 13 – измерительный конденсатор,
- 14 – генератор импульсов с кварцевой стабилизацией частоты,
- 15 – счётчик импульсов, управляющий работой исполнительного механизма измерительного конденсатора,
- 16 – счётчик импульсов отметчика времени,
- 17 – регистратор напряжения измерительного конденсатора и отметчик времени (самописец).

Излучённая антенной 2 радиоволна принималась антенной 4 стационарной станции 3. Волна усиливалась и нормировалась по амплитуде электронным усилителем 11 и подавалась на фазовый детектор 10.

Фазовый детектор 10 представлял собой смесительный пентод, который имел два входа управления. На первый вход подавалось напряжение от клистронного генератора 7 стационарной станции 3. На другой вход пентода подавалось напряжение от радиоволн, которое было принято антенной 4 от клистронного генератора передвижной станции 1.

Фазовый детектор 10 вырабатывал переменный сигнал (так называемые «биения», то есть периодические импульсы электротока в его анодной цепи), амплитуда и форма которого находилась в

прямой зависимости от сдвига фаз переменных напряжений, подаваемых на его оба входа. Отметим важное обстоятельство этого эксперимента: оба напряжения изменялись с одной и той же частотой, поскольку изначально клистронные генераторы обеих станций настраивались на одну и ту же частоту.

Иными словами, пентод суммировал (или вычитал) напряжения высокой частоты в зависимости от их сдвига фаз. Эти напряжения подавались на его два электрода управления, соединённые с сетками управления. На второй электрод управления подавалось напряжение электротока, принятое антенной 4. Оно возникало при приёме радиоволны, излучённой от первой станции. Это напряжение усиливалось электронным усилителем.

На первый электрод подавалось напряжение с клистронного генератора, расположенного здесь же, в самой стационарной приёмной станции 3. Это напряжение было опорным. Именно с его фазой сравнивалась фаза принимаемых радиоволн. А, по сути, каждый последующий замер выявлял изменение разности фаз этих двух волн. Физически разность фаз – это изменение времени распространения радиоволны между антеннами.

В зависимости от разности фаз напряжений, которые подавались на входные электроды пентода, он суммировал их или вычитал друг из друга. Пентод как вакуумный электронный прибор преобразовывал суммарное напряжение в пропорциональный ему электрический переменный ток. Таким образом, переменный электроток «нёс» на себе информацию о соотношении между фазами этих двух радиоволн, выработанных клистронными генераторами станций. Соотношение между фазами пропорционально отражалось на амплитуде переменного электротока смесительного пентода. Максимальное значение тока соответствовало совпадению фаз радиоволн. Минимальное значение тока означало, что сравниваемые радиоволны находятся в противофазе.

Примечание 5. Указанный режим работы смесительного пентода можно пояснить с помощью следующей аналогии. Из одной комнаты (соответствует катоду пентода) в другую комнату (представляет собой анод пентода) должны перейти люди (элек-

троны) через небольшой коридор (межэлектродное пространство пентода). Количество людей (электронов), переходящих из одной комнаты в другую в единицу времени, представляет собой электрический ток пентода.

Коридор со стороны первой комнаты (катода) перекрыт дверью (первая управляющая сетка пентода), а со стороны второй комнаты (анода) – второй дверью (вторая управляющая сетка пентода). Из аналогии ясно, что независимо от того, в каком положении находится вторая дверь (анодная), переход людей возможен только в случае, когда первая дверь (катодная) приоткрыта или полностью открыта (положительное напряжение на сетке управления). Ширина одновременного открытия обеих дверей (положительное напряжение, подаваемое на обе сетки управления) характеризует то количество людей (количество электронов), которые могут одновременно проходить через их створ (электрический ток, протекающий через пентод). Иными словами, люди будут переходить только в том случае, когда одновременно приоткрыты обе двери (т.е. в те моменты времени, когда на обе управляющие сетки подано положительное напряжение).

Согласно идее эксперимента, первая дверь (катодная) периодически открывается и закрывается через равные промежутки времени (с частотой 2-го клистронного генератора), причём это происходит непрерывно в течение всего эксперимента.

Тогда как момент открытия второй двери (анодной) зависит от времени прихода положительного полупериода радиоволны от первого клистронного генератора, то есть он может как совпадать, так и не совпадать с моментами открытия первой двери (положительным полупериодом волны от второго клистронного генератора).

Заметим, что открытие второй двери символизирует собой положительную величину фазы радиоволны, пришедшей от передвижной радиостанции. А поскольку фазовая скорость движения радиоволны между станциями изменяется со временем, то меняется и соотношение между фазами волн. Это связано с тем, что планета вращается вокруг своей оси и проекция её орбитальной скорости, на вектор скорости радиоволны зависит от времени

суток (данное обстоятельство было пояснено выше с помощью рис. 14 и описания к нему). При этом периодичность открытия и закрытия второй двери точно такая же, как и у первой двери (частоты обоих клистронных генераторов изначально устанавливаются равными, а при движении с одинаковой скоростью источника и приёмника волн отсутствует эффект Доплера при приёме волн).

Здесь возможны любые ситуации, например первая дверь открыта, тогда как вторая дверь может быть в любом положении: от полностью открытой (разность фаз равна нулю, или $\varphi = 2\pi n$, где n любое целое число (см. рис. 21)) до полностью закрытой (разность фаз равна 180° , или $\varphi = \pi$, где n любое целое число (см. рис. 24)). Или в любом промежуточном положении (см. рис. 22, 23).

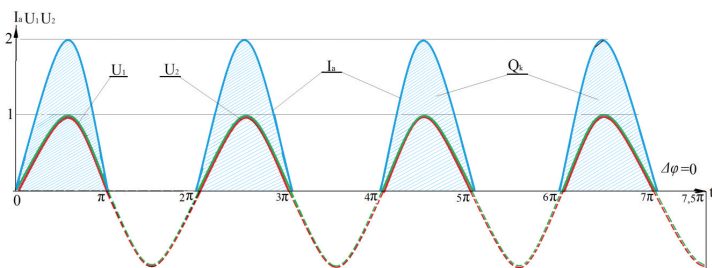


Рис. 21.

На всех трёх рисунках представлены диаграммы напряжений, подаваемых на управляющие сетки пентода (величина напряжения символизирует степень открытия дверей). Линией U_1 изображена величина напряжения, подаваемого на первую сетку пентода. Линией U_2 – величина напряжения, подаваемого на его вторую сетку. Штриховыми линиями показаны отрицательные полупериоды напряжений, подаваемых на сетки, которые запирают пентод. Линией I_a – величина анодного тока пентода, а заштрихованная площадь под линией I_a – величина заряда конденсатора Q_c .

Количество людей, перешедших из одной комнаты в другую, символизирует собой заряд измерительного конденсатора. Иными словами, с помощью анодного тока заряжается измерительный конденсатор, величина заряда которого прямо пропорциональна величине заряда, переносимого анодным током за время замера (7 секунд).

На рис. 21 показано положение, когда сдвиг фаз напряжений, подаваемых на обе сетки равен нулю (двери синхронно открываются и закрываются). При этом достигаются максимально возможные величины анодного тока и времени заряда конденсатора (половина периода) и, как следствие, максимально возможный заряд конденсатора

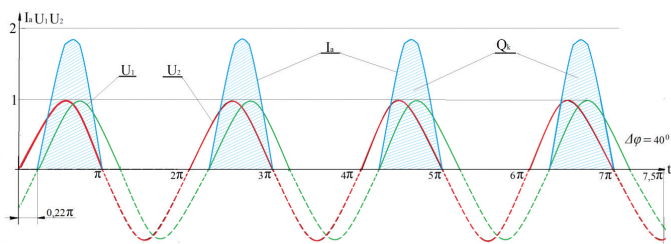


Рис. 22.

На рис. 22 показано положение, когда сдвиг фаз напряжений, подаваемых на обе сетки, равен 40 градусам, или 0,22 периода. При этом заряд конденсатора заметно меньше, поскольку меньшая величина анодного тока и времени заряда в сравнении с первым случаем (см. рис.21).

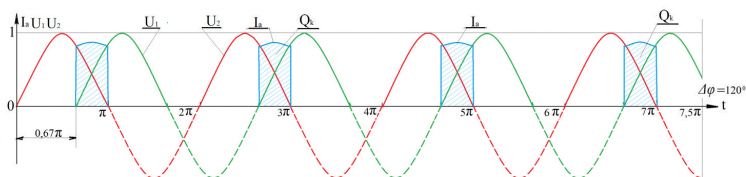


Рис. 23.

На рис.23 показано положение, когда сдвиг фаз напряжений, подаваемых на обе сетки, равен 120 градусам, или 0,67 периода. При этом заряд конденсатора ещё меньше в сравнении со вторым случаем (см. рис. 22). Здесь величина анодного тока и время заряда конденсатора уже незначительны, практически они меньше в разы тех величин, которые представлены на рис. 21.

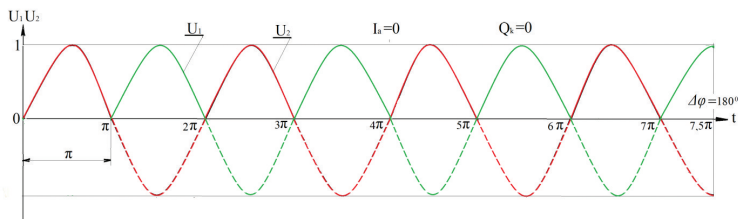


Рис. 24.

На рис. 24 показано положение, когда сдвиг фаз напряжений, подаваемых на обе сетки, равен 180 градусам, или 1/2 периода. При этом пентод заперт, анодный ток практически равен нулю, заряд конденсатора отсутствует. Между первым положением (рис. 21) и четвёртым положением (рис. 24) анодный ток с поворотом планеты изменяется от максимального значения до нуля, а, соответственно этому, изменяется и заряд конденсатора.

Описанная методика позволяет точно определять сдвиг фаз напряжений, подаваемых на сетки пентода, а тем более измерять величину сдвига фазы, равную целому числу периодов. Например, это можно сделать с помощью подсчета числа минимумов анодного тока пентода за время вращения измерительной системы.

Сигнал, выработанный фазовым детектором 10 (смесительным пентодом) с помощью исполнительного механизма 12 (блок механических электромагнитных реле) направлялся на измерительный конденсатор 13 и заряжал его. Операция по осуществлению заряда конденсатора состояла в том, что он механически подсоединялся к нагрузочному сопротивлению анодной цепи пентода.

Заряд конденсатора производился в течение 7 секунд. Затем его механически отсоединяли от фазового детектора 10 (пентода)

с помощью того же самого исполнительного механизма 12. А в следующие 3 секунды подсоединяли к регистратору напряжения 17, с помощью которого производили измерение напряжения на его пластинах. Регистратором напряжения 17 служил электронный самописец.

После контрольного замыкания пластин конденсатора между собой (полное «обнуление» конденсатора), производимого также с помощью механизма 12, его снова подсоединяли к фазовому детектору 10 (пентоду). Полное обнуление конденсатора производилось на третьей секунде измерительного цикла. Таким образом, полный период цикла, состоящего из заряда конденсатора и измерения напряжения на его пластинах, а также последующего обнуления, составлял 10 секунд.

Работа исполнительного механизма управлялась с помощью кварцевого генератора импульсов 14 через счётчик импульсов 15. Счётчик импульсов 16 вырабатывал отметку времени суток, которая фиксировалась регистратором напряжения 17 с помощью отдельного пера самописца (отметчика времени).

В эксперименте фактически суммировались входные напряжения, вырабатываемые клистронными генераторами в течение 7 секунд. То есть усреднялось значение 7×10^{10} суммы положительных полупериодов радиоволн. Иными словами, производилось 7×10^{10} замеров, что позволяло на фоне действия случайных факторов (симметрично изменяющих измеряемый сигнал как в сторону его увеличения, так и в сторону уменьшения) выделить постоянный систематически действующий фактор.

В основании этой методики, с одной стороны, лежит положение о строгой когерентности и стабильности частоты клистронных генераторов в течение 7-секундного замера, основанное на технике кварцевой стабилизации частоты. А с другой стороны, клистронный генератор конструктивно устроен так, что он не изменяет своей первоначальной фазы излучения электромагнитных волн, пока находится в работе (под напряжением источника электрического тока). Этот электровакуумный прибор генерации электромагнитных волн обладает абсолютной когерентностью.

Любое влияние внешних факторов отражается только на ча-

стоте радиоволн, генерируемых клистронным генератором, но не на начальной фазе электромагнитных колебаний. Чтобы изменить фазу излучения радиоволн, клистронный генератор надо выключить.

Заметим, что перечисленные выше факторы позволяли производить усреднение по каждому периоду электромагнитной волны. При этом, если воспользоваться аналогией с опытом Рёмера, то каждый период волны выполнял в нём роль импульсов света, идущих от спутника Юпитера и сигнализирующих о начале затмения и его окончании. Иными словами, 10 миллиардов замеров в течение 7 секунд – это изюминка методики этого эксперимента. Раньше так ещё никто не делал!

Необходимо отметить, что практическая часть данной работы была выполнена ещё в 1973–1975 гг. на базе Алма-Атинского электротехникума связи группой молодых исследователей: выпускниками радиоотделения Павлом Аистовым, Валерием Трофимовым, Вячеславом Фильбертом и Владимиром Глушко.

Аналогичную работу проделали Д. Г. Торр и П. Колен в отделе физики университета штата Юта (США) в 1982 г. В эксперименте, который они проводили, в качестве часов использовались два стандарта частоты на парах рубидия (модель 5065A), измерявшие время прохождения электромагнитных импульсов через коаксиальный кабель на расстоянии ~ 500 м между ними. Каждые часы генерировали синусоиду с частотой 5 МГц ($\lambda = 60$ м.). Сигнал с одних часов использовался для запуска универсального счетчика временных интервалов. Сигнал с других часов использовался, чтобы остановить этот счетчик. Измеряемой величиной была разность фаз синусоидальных сигналов часов. Данные, накопленные за три года наблюдений, обнаружили движение Солнечной системы в Галактике как результат трактовки больших изменений в разности фаз (от 0,1% до 1% с) для часов, разнесенных на 500 м, которые не наблюдались (в той же самой конфигурации) для нулевого разнесения. Заметим, что точность используемого ими метода измерения была в 2000 раз ниже способа, описываемого в этом параграфе [51].

Рассмотрим подробнее физику процесса измерения величины изменения промежутков времени распространения радиоволны от

первой установки ко второй, осуществляемого с помощью смесительного пентода.

Напомним, что на первую управляющую сетку смесительного пентода (смесителя) подавалось напряжение со второго клистронного генератора, находящегося рядом с ним. На вторую управляющую сетку смесителя подавалось напряжение, которое было выработано антенной в результате приёма радиоволны от первого клистронного генератора, после его прямого усиления и нормирования по амплитуде.

Пентод работал в режиме отсечки, то есть, когда на любую из его сеток подавалось отрицательное напряжение (отрицательный полупериод волны), он запирался, при этом анодный ток становился минимальным (практически отсутствовал, если его амплитуду сравнивать с амплитудой рабочего тока).

Запись данных производилась на ленте электронного самописца. На этой же ленте против записи каждого замера автоматически делалась отметка времени суток, когда он производился. Все перечисленные выше операции проводились в автоматическом режиме с помощью устройства, вырабатывающего сигналы управления от счётчиков импульсов, которые подавались с кварцевого генератора частоты.

Опыты (каждый длительностью не менее суток) выполнялись в четырёх вариантах.

Первый вариант представлял собой серию опытов, когда обе установки были расположены в одном месте. В этом случае с помощью фазовращателя, установленного между пентодом и вторым клистроном, проверялось равенство частот генераторов, что выявлялось по влиянию действия фазовращателя на величину анодного тока клистрона. Принималась равенство частот генераторов в случае, если анодный ток менялся не менее чем на 10% от своей минимальной величины при изменении фазы волны на 1/10 периода. С помощью этого опыта проверялась работоспособность аппаратуры и точность её регулировок, которые могли «сбиться» после перевозки всего оборудования в поле на полигон. В других опытах фазовращатель не использовался.

Примечание 6. Фазовращатель – это обыкновенная линия задержки радиосигнала, где можно механически изменять время прохождения электромагнитной волны её конструкции. Данное обстоятельство, то есть использование фазовращателя, позволяет точно знать величину **изменения** фазы волны (но не конкретного значения величины самой фазы), подаваемой на смесительный пентод. Делается это так. Включают оба клистронных генератора (клистроны генерируют электромагнитное излучение строго одной и той же длины волны), запускают в работу усилитель и пентод и производят замер анодного электротока пентода. При этом с помощью фазовращателя можно добиться, чтобы величина электротока пентода была минимальной. Это означает, что клистронные генераторы работают точно в противофазе (в описанной выше аналогии – одна дверь закрыта, а другая открыта).

Заметим, что анодный ток пентода будет минимален только при наличии 2-х условий: а) при равенстве частот клистронных генераторов; б) если напряжения от генераторов на управляющие сетки пентода подадут в противофазе.

При этом уточним, что точного равенства частот клистронных генераторов добиваются специальными методами, хорошо известными из области радиотехники высокой частоты, которые здесь не приводятся.

После проверки аппаратуры было произведено три серии измерений. В первой серии установки были разнесены друг от друга на расстояние 300 м по линии восток – запад. Во второй – на 750 м, а в третьей – на 1,5 км. В рамках каждой серии замеры проводились непрерывно в течение 24 часов с «шагом» в 10 секунд.

В результате экспериментов было выявлено, что величины напряжений измерительного конденсатора для расстояний в 300 м, 750 м и 1,5 км отличаются друг от друга только суточной динамикой сигнала, имеющей разное количество максимумов и минимумов. Их количество находилось в прямой зависимости от расстояния между установками.

В экспериментах, когда клистронные генераторы находились в одном месте, периодической суточной динамики напряжения из-

мерительного конденсатора не было, а максимальная «шумовая» амплитуда этой величины составляла примерно 15–17% от максимальной амплитуды, когда установки разносились на указанные выше расстояния.

При расстоянии в 300 м за сутки (24 часа) наблюдалось 187 максимумов и минимумов электротока смесительного пентода. Их количество соответствовало 93 полным периодам, то есть когда между двумя максимумами всегда находится один минимум электротока, величина которого должна быть не более 50% от максимума.

При 750 м отмечалось 467 максимумов и минимумов электротока (233 полных периода).

При 1,5 км насчитывалось 933 максимума и минимума электротока (466 полных периода).

Помимо указанного в результате опытов, было установлено, что в течение суток количество максимумов и минимумов, приходящихся на единицу времени наблюдения, было разным (например, на один час). Время возникновения минимального количества максимумов и минимумов, приходящихся на единицу времени (как и их максимальное количество) дважды наблюдалось в течение одних суток эксперимента.

Примечание 7. В теоретическом плане основной формулой для выявления всех кинематических соотношений между измеряемыми физическими величинами этого эксперимента была формула подсчёта времени t , которое затрачивает электромагнитная волна при преодолении расстояния ℓ между антеннами установок. При условии, что планета движется со скоростью v_0 относительно среды волнового процесса:

$$t = \frac{\ell}{c_0 - v_0 \cos \varphi} \quad (49),$$

где: ℓ – 1 м, 300 м, 750 м и 1500 м,

$c_0 \approx 300\,000$ км/с,

φ – угол, отсчитываемый (против хода часовой стрелки) от направления движения планеты до вектора скорости электро-

магнитной волны (он фактически прямо пропорционален интервалу времени поворота планеты на данный угол относительно нулевого меридиана).

Из формулы (49) следует два соотношения:

Первое: при изменении угла от 0 до 180 градусов и в первом

приближении, т.е. при условии, что отношение $\beta^2 = \frac{v_0^2}{c_0^2} \approx 0$, скорость движения планеты относительно физического вакуума вычисляется по формуле:

$$v_0 = \Delta t \cdot c_0^2 / 2\ell \quad (50),$$

где: v_0 – скорость движение планеты относительно физического вакуума,

c_0 – скорость света в физическом вакууме,

$\Delta t = t_0 \cdot \Delta n$,

$t_0 = 10^{-10}$ с. – период э/м волны, излучаемой передвижным клистронным генератором,

Δn – разность фаз, выраженная в длинах волн, приходящихся на пол-оборота планеты, т.е. за $\Delta\varphi = 12$ часов (она равнялась половине полных периодов от общего числа наблюдаемых в эксперименте за одни сутки).

Например:

Для расстояния $\ell = 1500$ м за 12 часов наблюдалось появление 233-х полных периодов, что соответствует скорости движения планеты $v_0 = 700$ км/с,

для расстояния $\ell = 750$ м за 12 часов наблюдалось появление 117-и полных периодов, что соответствует $v_0 = 702$ км/с,

для расстояния $\ell = 300$ м за 12 часов наблюдалось появление 46-и полных периодов, что соответствует $v_0 = 690$ км/с.

Вторым соотношением являлось число полных периодов, приходящихся на каждый час эксперимента, которое зависит от времени суток (угла поворота планеты относительно нулевого меридиана) по закону синусов:

$$(t_0 \Delta n) / \Delta\varphi = \ell v_0 \sin\varphi / c_0^2 \quad (51).$$

Из формулы (51) следует, что с поворотом планеты (изменяется направление вектора скорости света относительно вектора скорости движения планеты) число полных периодов, прихо-

дящихся на каждый час замера, изменяется. Начиная с 12 часов ночи местного времени число полных периодов постепенно увеличивается, достигая своего максимума в 6 часов утра, т.е. с 4 до 30,3 периодов за каждый час наблюдений (см. таблицу). Эксперимент проводился 15 мая 1975 г. под городом Алма-Ата.

С дальнейшим ростом угла поворота планеты это число начинает постепенно уменьшаться (практически равномерно), достигая своего минимума в 12 часов дня (с 30,3 до 3,8 периода). При этом угле поворота Земли вектор скорости планеты и вектор скорости э/м волны строго перпендикулярны друг другу.

Указанное минимальное число наблюдаемых периодов, приходящихся на каждый час замера, второй раз за сутки встречается в 18 часов вечера.

Из теории физического вакуума следует, что если эти два наблюдаемых минимума соединить прямой и увязать их с пространственным положением планеты, то воображаемая прямая будет перпендикулярна к вектору скорости планеты, относительно субстанционального пространства.

Максимальное число периодов, наблюдаемых в течение одного часа, также имеет два максимума в течение суток. Первый максимум приходится на 6 часов утра (30,4 периода за час), а второй отслеживается в 18 часов вечера (29,6 периода за час).

Из элементарной теории субстанционального пространства следует, что само направление вектора скорости (в какую именно сторону движется планета вдоль указанной прямой) определяется точками с максимальным количеством полных периодов, насчитываемых за один час. Причём вектор скорости направлен из точки с «минимальным» числом периодов (29,6) в сторону с их «максимальным» количеством (30,4).

Время возникновения минимального количества максимумов, приходящихся на единицу времени, соответствует прямой, соединяющей границы созвездий Водолея и Рыбы с границами созвездий Льва и Девы (это легко определяется при сопоставлении местного времени с астрономическими пространственными координатами). Время возникновения минимального количества максимумов в единицу времени соответствует астрономической долготе

(второй экваториальной системе) $\alpha = 24h \pm 1h$ (границ созвездий Водолея и Рыбы). А максимального их количества – $\alpha = 12h \pm 1h$ (границы созвездий Льва и Девы). Вдоль этой прямой движется наша планета, причём в направлении от границы созвездий Водолея и Рыбы в сторону границы созвездий Льва и Девы.

Ниже приведена таблица 1 результатов измерений, полученных 15 мая 1975 года.

Таблица 1.

Местное время проведения замера (указано время начала проведения замера)	<u>024</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>
Количество периодов, приходящихся на 1 час	4	11,8	18,6	24,3	28,3	30,4	30,3	28,5	24,5	18,8	12	4,2
Местное время проведения замера (указано время начала проведения замера)	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>
Количество периодов, приходящихся на 1 час	3,8	11,3	18,3	23,1	27,9	29,6	29,5	28,1	23,3	18,5	11,5	4

Вторая астрономическая координата (склонение) не была определена.

Примечание 8. Пояснение относительно выбранных расстояний между станциями, или (что то же самое) объяснение фактического количества поставленных опытов с разными расстояниями между станциями.

Когда ставится эксперимент, то, конечно же, предполагается вполне определённый результат. Но по факту можно получить такое, о чем экспериментатор даже и не догадывался перед его задумкой. Природа ведь не знает, о чём мы думаем, а реагирует соответствующим образом только на то, что конкретно делается. Так было и в рассматриваемом случае.

Предполагалось (наверно, так было и у Майкельсона) получить на расстоянии в 300 метров между установками двадцать максимумов и минимумов за 12 часов. Этот результат должен

был быть получен из твёрдо установленного астрономического факта наличия орбитальной скорости Земли в 30 км/с. Данный результат ожидался от запланированного эксперимента, к нему готовились, и из него (результата) следовал выбор указанного расстояния между установками.

Но опыт с расстоянием в 300 метров дал 187 максимумов и минимумов за сутки. Это было неожиданно. То, что максимумы и минимумы по часам суток должны были быть распределены неравномерно, ожидалось. Но то, что их период следования максимумов и минимумов можно было устанавливать с достаточно высокой точностью, было неожиданно. Действительно, по величине амплитуды каждого замера можно было точно судить о том, к какому значению фазы периода он относился. Иными словами, точность измерения периода следования максимумов и минимумов могла быть установлено на уровне не ниже 10%. Данное обстоятельство позволяло экспериментально установить (измерить) не только направление прямой, вдоль которой движется наша планета, но и в какую именно сторону она движется вдоль этой прямой.

Эксперимент – довольно дорогая вещь, тем более когда он проводится в поле (заброшенная полоса военного аэродрома), и вполне могло случиться так, что в будущем в поле больше не поедешь. Так что решили не возвращаться домой, поскольку возникла идея увеличить расстояние между установками в два раза, а это как раз и давало возможность осуществить задуманное. К тому же мобильность передвижной установки позволяла довольно просто это выполнить.

Точно на 600 метров разнести установки не удалось, поскольку для чистоты опыта было нежелательно переносить базовую установку. Пришлось провести опыт с расстоянием между установками в 750 м, которое было также кратным 300 м. При этом получили 467 максимумов. В данном опыте хоть и стала заметной разница в числе импульсов, приходящаяся на каждый час замеров в точках максимума их появления, но она была недостаточной для однозначного суждения.

Решили ещё более увеличить точность замера количества импульсов, приходящихся на каждый час опыта. А 1,5 км – это то,

на что была способна применяемая (используемая) аппаратура с учетом рельефа местности. Вот и вся история с тремя расстояниями (тремя экспериментами).

Заметим, что перед самими опытами делался суточный «прогон» аппаратуры (выявление шумов, влияющих на ошибки измерения), то есть когда обе установки (клистронные генераторы) находились в одном месте (расстояние между их антеннами не превышало 1 м). Это было как бы ещё одно «расстояние», ещё один эксперимент. В этом случае наблюдали так называемые «стандартные шумы» электронной аппаратуры. Причём максимальная «шумовая» амплитуда была равна примерно 15–17% от максимального изменения амплитуды, которая возникала при сдвиге на один период фазы напряжения второго генератора. Заметим, что в конце опытов делалась контрольная проверка аппаратуры с аналогичным использованием фазовращателя, при этом установки также располагали в одном месте.

Примечание 9. Заметим, что в этом опыте было переоткрыто «новое» явление, которое прямо связано с систематическим, постоянным во времени (необъяснимым) смещением интерференционных полос, которое в своё время наблюдали как сам Майкельсон, так и Миллер. Оно же было причиной, связанной с возникновением биений интерферирующих электромагнитных волн в моменты вращения мазеров, которые замечал Сидерхольм, да и многие другие исследователи, измерявшие скорость «эфирного ветра». Это физическое явление упомянутые исследователи воспринимали не более как внешние «помехи», а поэтому даже и не пытались как-то увязать наблюдаемое ими с эфирным ветром.

Действительно, в своих опытах Майкельсон и Миллер подмечали систематическое смещение интерференционных полос, как это следует из их отчётов. Они «боролись» с данными «помехами» с помощью грузиков, которые располагали на корпусе интерферометрического прибора. При этом происходила деформация станины интерферометра, с помощью которой (деформации) они компенсировали действие неизвестного фактора, то есть устраняли мешающее и непонятное им смещение интерференционной

картины. Но самым курьёзным (эта яркая оценка ситуации станет понятной из дальнейшего текста) было то, что им пришлось изобретать специальную методику обработки результатов измерений, чтобы исключить эту систематическую «помеху» непонятного происхождения.

Тогда как Сидерхольм и Таунс констатировали возникающие биения частоты излучения двух лазеров просто как факт и связывали их с внешним магнитным полем, создаваемым, по их мнению, близлежащими промышленными установками.

И только после нашего эксперимента (описанного выше в примечании 4) стал понятен механизм возникновения «таинственного» явления. Это были не ошибки измерений, а новый физический эффект, который был назван частотно-ротационным. Он возникает только тогда, когда присутствуют одновременно два движения прибора: поступательное и вращательное. В опытах Майкельсона интерферометр хотя и был неподвижен относительно поверхности Земли, но находился в совместном поступательно-вращательном движении с планетой. В опытах Миллера помимо поступательно-вращательного движения с планетой интерферометр ещё и принудительно вращался вокруг своей оси. В экспериментах Сидерхольма биения возникали в моменты, когда экспериментаторы приводили свою установку во вращение. Теория этого эффекта была изложена выше, в отдельной ссылке. А применение эффекта к объяснению особенностей результатов опытов Майкельсона, Миллера, Сидерхольма, Таунса и др. исследователей будет дано ниже, в отдельном параграфе.

Выводы из опыта. Изменение в течение суток количества длин волн, которые укладываются между антеннами устройств, указывает на то, что «эфирный ветер» есть, а, следовательно, космическое пространство – это не математическая пустота виртуального сосуда мироздания, а физическая реальность, относительно которой можно измерить движение материальных тел (вещества). Иными словами – пространство субстанционально. Именно на это прямо указывают результаты описанного выше эксперимента.

А поскольку это так, то возможно и непосредственное взаимодействие с физическим вакуумом. В начале статьи уже упоми-

налось о нескольких физических явлениях, дающих вполне твёрдую надежду как на успешную разработку новых (неракетных) способов передвижения в космическом пространстве (электрические машины большого космоса), способных доставить человека к далёким звёздам, так и для организации нового канала связи с другими цивилизациями, которые непременно есть в бескрайней Вселенной. Скорость передачи сигнала нового носителя будет значительно превышать скорость света (скорость света как барьер, воздвигнутый СТО).

Физический вакуум в научном представлении постепенно «превращается» в реальность, а, следовательно, принцип относительности Галилея – Эйнштейна, не отражающий собой свойств природы, всё более и более осознаётся в качестве гипотезы, своеобразной неподтверждённой догадкой великого Галилея, ставшей своеобразной вехой в истории развития физики. Экспериментальный туман над «эфирным ветром» постепенно рассеивается, и мираж Великого принципа относительности в физике исчезает, а вместе с ним канет в лету и СТО.

13. Экскурс в историю поиска «эфирного ветра»

Необходимость написания данного параграфа продиктована тем, что история становления релятивизма, в основании которого лежит принцип относительности, начинается с экспериментов, трактовка которых отрицает наличие «эфирного ветра», а по сути не признаёт наличие физических свойств у пустого космического пространства.

Создание Д. Максвеллом теории электромагнитного поля поставило перед физикой того времени новые нетрадиционные проблемы. Одну из таких задач сформулировал Г. Лоренц в виде проблемы применимости принципа относительности, высказанного Г. Галилеем в XVII в. к электродинамическим явлениям. Решение этой задачи, как указал сам Д. Максвелл, не могло быть получено без исследования движения Земли относительно электромагнитного («светоносного») эфира, который в теории Д. Максвелла заменил упругий (механический) эфир Юнга – Френеля.

Доказательство реальности существования эфира, который можно было бы принять за абсолютную систему отсчета, означал бы полный отказ от принципа относительности. Тогда как этот принцип считался наиболее общим законом классической механики, отказ от которого был непредставим. Поэтому вопрос о его совмещении с электромагнитными явлениями, происходящими в неподвижном эфире, находился на острие внимания всех исследователей природы.

Заметим, что в это время волновая теория света неподвижного электромагнитного эфира блестящим образом согласуется со всей совокупностью световых явлений, происходящих в движущихся системах отсчёта (на поверхности Земли). Например, ею было дано простое объяснение экспериментально доказанного факта, что звездная абберрация не меняется, когда проводятся наблюдения с помощью телескопа, заполненного водой.

Действительно, если тангенс угла абберрации равен отношению скорости Земли к скорости света, то, поскольку скорость света в воде составляет три четвёртых скорости света в вакууме, абберрация, наблюдаемая с помощью телескопа, заполненного водой, должна составлять четыре третьих её истинного значения. И этот вывод был блестяще подтверждён.

Действительно, согласно О. Френелю, в волновой теории эфир, **во-первых**, предполагается находящимся в покое за исключением внутренности прозрачных сред, в которых (а это уже **во-вторых**) он считается движущимся со скоростью, меньшей скорости среды в отношении $(n^2-1)/n^2$, где n – коэффициент преломления. Эти две гипотезы дают полное и удовлетворительное объяснение абберрации. Вторая гипотеза, несмотря на её кажущееся неправдоподобие, была полностью доказана замечательным опытом И. Физо.

Однако заметим, что экспериментально обнаруженные оптические явления, такие как измерения О. Рёмера, абберрация света, опыты А. Физо, эффект К.Доплера и др., укладывались как в концепцию принципа относительности, так и в теорию неподвижного эфира. Это были так называемые эффекты первого порядка. Порядок эффекта – это показатель степени отношения скорости Земли к скорости света. Поскольку позиции принципа относительности

и неподвижного эфира антагонистичны, то физики искали прямое экспериментальное доказательство существования неподвижного эфира.

В то время (до опыта А. Майкельсона) большинство исследователей не сомневались в том, что движение Земли относительно неподвижного эфира всё же должно оказывать влияние на какие-то оптические процессы, происходящие на её поверхности. При этом предполагали, что, если использовать источник света, принимающий участие в движении Земли, то обязательно что-то должно измениться в оптических процессах: или в картине преломления света в призме, или в картине интерференционных полос от дифракционной решётки, или в других световых явлениях. При этом чётко осознавали существование пространственной анизотропии: что предполагаемые оптические явления обязательно будут зависеть от ориентации прибора по отношению к вектору скорости движения Земли. Или, в конечном счёте, от его ориентации по отношению к неподвижному звёздному небу.

Необходимо отметить, что теория электромагнитного эфира в том законченном виде, который придал ей Х. Лоренц, указывает на очень небольшой эффект от влияния движения Земли на оптические и электромагнитные процессы. Степень влияния этого движения на процессы была представлено так называемыми членами второго порядка, т.е. членами, которые содержат квадрат отношения скорости Земли к скорости света. А это примерно одна стомиллионная от измеряемой величины.

Об этом достаточно красноречиво говорит письмо Дж. Клерка Максвелла (Лондонское королевское общество) г-ну Д. П. Тодду (Военно-морская обсерватория США), опубликованное в 1880 г.: «Лабораторные методы определения скорости света связаны с возвращением света назад по тому же пути, так что скорость Земли относительно эфира меняет время двойного прохождения на величину, зависящую от квадрата отношения скорости Земли к скорости света, а эта величина слишком мала, чтобы ее наблюдать».

Однако американскому физiku А. Майкельсону, автору интерферометра, впервые с помощью этого прибора всё же удалось преодолеть трудности столь тонкого эксперимента. Ошеломля-

ющий результат этого опыта для физиков тех лет заключался в том, что ожидавшееся влияние движения Земли, как они полагали, не было обнаружено в результатах измерений, полученных А. Майкельсоном.

О важности опыта А. Майкельсона для становления СТО можно судить по выступлению А. Эйнштейна, сделанного им на большом обеде в новом Атенеум в Пасадене 5 января 1931 г., на который были приглашены выдающиеся физики и астрономы того времени: У. С. Адаме, У. У. Кэмпбелл, Д. Э. Хэйл, Э. П. Хаббл, К. Э. Сент-Джонс, Р. Э. Милликен, Р. Ч. Толмэн и др. Обращаясь к А. Майкельсону А. Эйнштейн сказал: «Мой достопочтенный доктор Майкельсон, Вы начали эту работу, когда я был еще маленьким мальчиком, ростом едва ли трех футов. Именно Вы повели физиков по новому направлению и своей изумительной экспериментальной работой проложили путь развитию теории относительности. Вы обнаружили скрытый дефект в существовавшей тогда теории света и стимулировали идеи Г. А. Лоренца и Фитцджеральда, из которых развилась специальная теория относительности. Без Вашей работы эта теория была бы и сегодня не более чем интересным умозрением; именно Ваше подтверждение впервые поставило теорию на реальную почву» [52].

Опыты других авторов, которые сразу же последовали за экспериментом А. Майкельсона, отчасти оптические, отчасти электрические, по своим свойствам тоже подтверждали этот результат (до сих пор не утихают споры по их интерпретации). Таким образом, впоследствии, примерно в 30 годы прошлого века, сложилось убеждение, что светового эфира не существует и оптические явления всё же удовлетворяют принципу относительности.

Однако заметим, что по факту отрицательный результат эксперимента Майкельсона мог означать только одно из двух возможных утверждений, а именно:

а) либо неподвижного эфира как среды электромагнитных процессов (а по сути основы абсолютной системы отсчёта) просто не существует;

б) либо же движение системы отсчёта относительно этой среды не может быть обнаружено физическими средствами измерения, расположенными внутри неё.

Первоначально выдающийся физик-теоретик тех лет Г. Лоренц принял второй вариант (только потом уже, по прошествии многих лет, он стал убеждённым сторонником СТО), который в физическом отношении был более перспективен, поскольку давал простор в поиске возможных гипотез объяснения этого феномена. Тогда как первый вариант необходимо было принимать как данность, без объяснений и разъяснений.

Напомним, что в физике тех лет господствовало положение, что у любого явления есть внутренняя сущность. Вследствие этого утверждения, научное объяснение любого явления считалось завершённым только в результате раскрытия «внутреннего механизма явления» (его сущности), когда давалось описание процесса перевода причины явления в его следствие.

Поэтому полагали, что отрицательный результат опыта А. Майкельсона может и должен быть объяснён только внутренними материальными причинами, представляющими собой «механизм» этого феномена. В соответствии с этим выбором Г. Лоренц начал поиск факторов, компенсирующих относительное движение эфира, которые обнуляли бы чувствительность интерферометра как системы измерения абсолютной скорости движения Земли.

Вот что Г. Лоренц писал лорду Рэлею 18 августа 1892 г.: «Я в чрезвычайном затруднении относительно того, как разрешить это противоречие, и тем не менее я думаю, что если бы нам пришлось отказаться от теории Френеля (теории эфира), у нас вообще не осталось бы приемлемой теории... Не может ли быть некоторого пункта в теории опыта мистера Майкельсона, который до сих пор не был замечен?» [52].

Да и сам А. Майкельсон называл свой опыт «неудачей». Он отказывался признать значение своих собственных результатов, говоря: «Поскольку результат первоначального эксперимента был отрицательным, проблема все еще требует разрешения». Он даже пытался утешить себя следующим замечательным рассуждением оптимиста: «Опыт кажется мне исторически плодотворным, так как именно для решения этой проблемы был сконструирован интерферометр. Я думаю, будет признано, что изобретение интерферометра более чем скомпенсировало тот факт, что этот частный эксперимент дал отрицательный результат» [52].

В этом отношении примечателен следующий факт, который известен из интервью А. Эйнштейна, данным им Р. Шэнкленду. Интервью было опубликовано в журнале «American Journal of Physics»: «Эйнштейн сказал мне, что Майкельсону не нравилась теория относительности. Он говорил это Эйнштейну, который слышал об этом также от других. Эйнштейн засмеялся и добавил: «Вы знаете, что мы были хорошими друзьями?». Майкельсон признавался Эйнштейну, что он немного сожалеет о том, что его собственная работа способствовала возникновению этого «монстра»» [53].

Первым шагом в этом направлении была контракционная гипотеза Фитцджеральда – Лоренца, которая в принципе делала невозможным подобное измерение любыми материальными телами (приборами), находящимися в движущейся системе отсчёта. Это утверждение относилось не только к теории эксперимента с интерферометром, но и к другим опытам по определению абсолютного движения Земли.

Другим направлением объяснения отрицательного результата опыта Майкельсона был скрупулёзный анализ теории работы интерферометра как сложной измерительной системы, предназначенной для установления скорости движения Земли.

Действительно, к этому направлению работ подталкивал следующий прецедент, состоящий в том, что профессор А. Потье обратил внимание на одну особенность в теории опыта с применением интерферометра. Он полагал, что в положениях осей интерферометра, совпадающих с направлением на север, запад, юг или восток, разность длины путей луча света до зрительной трубы будет равна нулю.

Несколько иные возражения по поводу математической теории опыта в 1886 году были высказаны и Г. Лоренцем. В этом случае создатель сверхчувствительного прибора не учёл реального хода луча света в плече интерферометра, которое было перпендикулярно вектору скорости движения Земли. Учёт этого факта уменьшал измеряемый эффект (сдвиг полос) почти в два раза. И ко времени проведения нового эксперимента в 1887 году теория уже была модифицирована А. Майкельсоном и Э. Морли с учетом всех высказанных замечаний [54].

Эта же специфичность работы интерферометра, связанная с измерением скорости движения Земли, среди ряда других критических замечаний, обсуждалась на Конференции по эксперименту Майкельсона – Морли, состоявшейся в обсерватории Маунт-Вилсон г. Пасадена (Калифорния) 4 и 5 февраля 1927 года. На этом форуме профессор Хендрик Е. Р. (Калифорнийский университет, Лос-Анджелес) с профессором Л. Ингольдом изложили свою теорию эксперимента как продолжение исследований, ранее начатых профессором А. Риги. Здесь, на конференции, они сделали следующие выводы, что вращение прибора на 90 градусов (в идеальном эксперименте) не может вызвать абсолютно никакого смещения интерференционной картины. А в статистике, которая применялась А. Майкельсоном, были неправомерно усреднены выводы серий наблюдений, что и привело к чрезвычайно незначительным результатам.

На этой же конференции в своем выступлении выводы профессора Е.Р. Хендрика поддержал и профессор Пауль С. Эпштейн (Калифорнийский технологический институт). Однако доводы Е.Р. Хендрика и А. Риги были изложены с использованием сложной геометрии волновых фронтов и с обилием математических формул, поэтому критику никто на должном уровне не воспринял.

Во время дискуссии, состоявшейся на конференции, профессор Г. Лоренц был некоторое время в замешательстве от изложенных идей профессора Е.Р. Хендрика и пообещал, что потом более тщательно познакомится с представленными теориями [17].

Из вышесказанного следовало, что вполне возможно наличие ещё каких-то неучтённых факторов (особенностей) в конструкции прибора, которые или значительно уменьшали бы измеряемый эффект, или просто сводили бы его к нулевому результату.

Но реализация обоих направлений не успела привести к решению вопроса, связанного с выбором между двумя антагонистическими исходными положениями, поскольку в теоретической физике возникло новое понимание принципа относительности. Оно было выдвинуто А. Пуанкаре и одержало вверх в решении этой проблемы.

Французский математик отождествил принцип относительности с инвариантностью уравнений, описывающих состояние фи-

зических тел в той или иной инерциальной системе отсчёта. При этом сейчас не представляется возможным различить (понять и объяснить) то, как он пришёл к такому заключению. Утверждая требование инвариантности записи физических законов в разных инерциальных системах отсчёта, он мог исходить из гипотезы Галилея об относительном характере всех без исключения физических явлений, или – наоборот – из идеи инвариантности записи законов природы (чисто математическое требование) он мог возводить физический принцип относительности в ранг самого общего, а по сути самого главного закона природы.

Уместно заметить, что А. Пуанкаре считал, что математическая запись символами любого физического явления (алгебраическое тождество) являет собой реальный закон природы. Причём неважным было то, каким образом было получено это тождество: обобщались ли экспериментальные данные; выводилось ли в виде теоремы из исходных положений (принципов) методами математического формализма; или же оно интуитивно возникло в сознании и было принято за аксиому, как это случается по аналогии с решениями каких-либо иных математических проблем.

В настоящее время в теоретической физике это положение относительно алгебраической записи законов природы действительно так и понимается. При этом никого не смущает тот факт, что законы природы уточняются и их форма алгебраической записи не только «слегка» видоизменяется, но и иногда заменяется совершенно другой. При этом в пору формально утверждать об отмене одного закона природы и воцарении или навязывании природе другого закона, поскольку это разные уравнения. Но никак не об уточнении записи отображения закона природы средствами математики.

Например, возьмем запись закона тяготения Ньютона и системы уравнений А. Эйнштейна в общей теории относительности (ОТО). Разные уравнения описывают одно и то же явление природы, связанное с гравитационным полем. Уравнения настолько разные («как небо и земля»), что говорить о переходе одного уравнения в целую систему других уравнений (или наоборот) просто невозможно. Уравнения ОТО не уточняют закон тяготения Ньютона,

они утверждают, что природа устроена так, как это ей предписано новыми уравнениями Эйнштейна. И не иначе!

Конечно же, когда-то в будущем уравнениям ОТО придёт на смену такая же математическая феноменологическая теория, и появится новое утверждение, связанное с другим пониманием устройства природы. Это будут новые математические законы природы, но никак не уточнение предшествующих, эйнштейновских. Хотя при этом будут «дипломатично» ссылаться на перекрытие областей применения по сути разных «законов» и их мнимый переход друг в друга на основе какого-то плавно изменяющегося параметра.

Но при этом необходимо чётко осознавать, что в математической физике свойства природы одномоментно угадываются, а не исследуются путём уточнения деталей сути изучаемого явления, производимого методом рекурсивного приближения к реальности (истине). Причём для исследования модели явления не важно то, что при этом используются логическая рекурсия, физическая аналогия или математический анализ, поскольку в этом случае модель явления сохраняется как таковая. Тогда как одномоментное угадывание – это как минимум скачок в другую модель, а по максимуму – в другой мир. В качестве примера можно привести принцип относительности, идею квантования, уравнение Шредингера, да и многое другое из арсенала современной физики.

Очевидно, что тот принцип относительности, который открыл Галилей и был положен Ньютоном в основание классической механики, а также тот принцип относительности, которым Х. Лоренц пытался обосновать свою контракционную гипотезу, не имеют ничего общего с математическим принципом относительности, выдвинутым Пуанкаре. Именно этим математическим принципом Пуанкаре и воспользовался А. Эйнштейн при создании своей теории.

Различия между принципами огромные, но тем не менее в вводной части СТО А. Эйнштейн пишет: «...неудавшиеся попытки обнаружить движение Земли относительно «светоносной среды» ведут к предположению, что не только в механике, но и в электродинамике никакие свойства явлений не соответствуют понятию

абсолютного покоя, и даже, более того, к предположению, что для всех координатных систем, для которых справедливы уравнения механики, справедливы те же самые электродинамические и оптические законы, как это уже доказано для величин первого порядка. Это предположение (содержание которого в дальнейшем будет называться «принципом относительности») мы намерены превратить в предпосылку...» [16].

Таким образом, релятивистская электродинамика СТО, основанная на преобразовании Лоренца, оказалась феноменологической теорией, не только лишённой физического объяснения, но и закрывающей путь к его поиску. Попытка же опереться на концепцию неподвижного эфира, отвергавшая принцип относительности вообще, наталкивалась на главное препятствие в виде эксперимента А. Майкельсона, «отрицательный результат» которого хотя и был объяснён в эфирной теории, но не был принят научной обществу, а впоследствии был незаслуженно забыт.

Иными словами, эксперименты А. Майкельсона, Э. Морли, Д. Миллера и других авторов, ставивших опыты по поиску эфирного ветра, на основании существующей релятивистской парадигмы теоретической физики, находятся в прямом противоречии к тем положениям и опытам, которые были изложены в предыдущем параграфе. Поэтому обойти стороной (или просто не заметить) это противоречие нельзя – оно требует своего разъяснения. С целью конкретизации предмета исследований приведем краткое описание этих экспериментов и полученных в них результатов.

14. Опыт А. Майкельсона

К моменту создания теории электромагнитного поля уже имелись наблюдения и эксперименты, результаты которых позволили высказать определенные гипотезы о свойствах эфира как о некоей глобальной среде, заполняющей всё пространство Вселенной. Однако непосредственное доказательство существования электромагнитного эфира мог дать только прямой эксперимент по измерению скорости движения нашей планеты относительно него (*Experimentumcrucis*).

Идею такого опыта сформулировал сам Д. Максвелл, предложивший использовать в качестве движущегося тела Землю, которая перемещается по орбите со скоростью $v \approx 30$ км/с. Основная трудность в постановке такого эксперимента состояла в том, что требовалось зафиксировать величину с точностью, пропорциональной квадрату отношения скорости Земли (v) к скорости света (c): $v/c \approx 10^{-8}$ [55].

Столь высокая точность, уникальная для экспериментальной физики XX в., была достигнута в опытах с использованием интерферометра, изобретённого А. Майкельсоном.

Основа интерферометра Майкельсона состоит из двух полноотражательных зеркал 1 и 2, а также одного полупрозрачного зеркала 3, которое наклонено под углом 45° к лучу света 4, падающему на его поверхность (см. рис. 25, А). Луч света 4 формируется монохроматичным источником света 5 и оптическим коллиматором 6.

Полупрозрачное зеркало 3 пропускает 50% падающего на нее луча света 4, идущего в направлении зеркала 2 в виде луча света 7. Остальную часть света (50%) отражает в направлении зеркала 1 в виде луча света 8. Луч света 7 на своём пути к зеркалу 2 проходит через плоскопараллельную пластину 9, выполненную из того же самого стекла, что и полупрозрачное зеркало 3. Плоскопараллельная пластина 9 установлена на пути луча 7 для того, чтобы сделать равными оптические характеристики путей для лучей света 7 и 8. То есть она для луча 7 компенсирует толщину стекла, из которого выполнено полупрозрачное зеркало 3, поскольку луч 8 три раза пересекает зеркало 3, тогда как лучом 7 оно пересекается всего 1 раз.

Лучи света 7 и 8, отразившись от зеркал 1 и 3, попадают в одно и то же место на поверхности зеркала 3 и, отразившись от него в виде интерференционного луча 10, поступают в зрительную трубу 11.

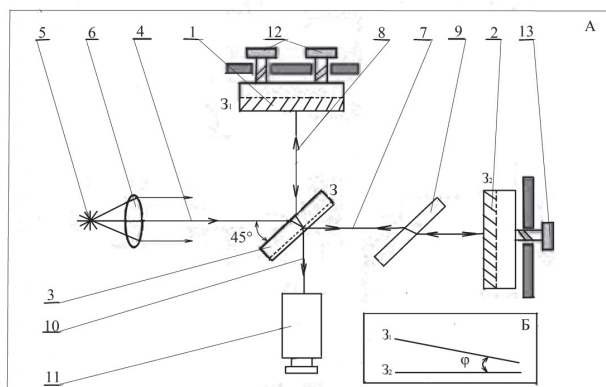


Рис. 25.

Зеркала 1 и 2 выполнены подвижными, что необходимо для регулировки (настройки) прибора перед измерениями. Регулировку осуществляют с помощью микровинтов 12 и 13. Причём зеркало 1 устанавливают не строго перпендикулярно к лучу света 7, а под некоторым углом φ . Этот угол необходим для образования клина между плоскостями зеркал 1 (3_1) и 2 (3_2) после совмещения изображений в зеркале (3), как показано на вставке Б рисунка 25. Этот клин служит для создания разности фаз между лучами 7 и 8, идущими от зеркал 1 и 2, которые интерферируют между собой и, тем самым, образуют интерференционные полосы равной толщины, как показано на рисунке 26.

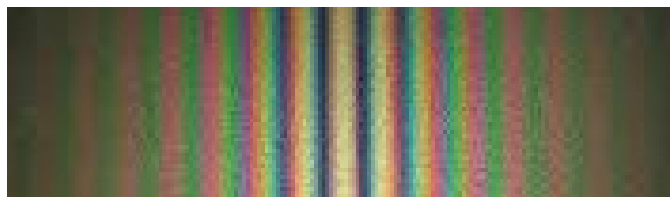


Рис. 26.

Оптические расстояния от полупрозрачного зеркала 3 до плоскостей зеркал 1 и 2 выполнены одинаковыми. Для целей количественных вычислений расстояние от зеркала 3 до плоскости зеркал 1 обозначим через r_1 , а до плоскости зеркала 2 – через r_2 ; при этом $r_1 = r_2 = r$.

Идея измерения величины скорости «эфирного ветра», которая заложена в конструкцию интерферометра, довольно проста для понимания. Для этого достаточно представить, что интерферометр, расположенный на поверхности Земли, ориентирован в пространстве так, что лучи света 4 и 7 параллельны орбитальной скорости движения нашей планеты.

Монохроматический свет от источника 5 с помощью полупрозрачного зеркала 3 разделяется на два луча 7 и 8. При этом луч 7 параллелен вектору скорости перемещения Земли, а луч 8 перпендикулярен ей. Пройдя зеркало 3, луч света 7 пересекает плоскопараллельную пластину 9 и отражается от зеркала 2 в сторону зеркала 3. Отразившись от зеркала 3, он второй раз пересекает пластину 9 и после неё падает на поверхность зеркала 3. Отразившись от зеркала 3, он поступает в зрительную трубу 11. Описанный путь луча света 7 (от зеркала 3 к зеркалу 2) проходит в направлении вектора орбитальной скорости движения Земли, а после отражения от зеркала 2 – против движения планеты.

Тогда как направление распространения луча света 8 от зеркала 3 до зеркала 1 и обратно всегда перпендикулярно направлению орбитального движения Земли. Отразившись от зеркала 1 и пройдя через зеркало 3, луч света 8 попадает в зрительную трубу 11. А поскольку в зрительную трубу 11 попадают два когерентных луча света 7 и 8, то в поле зрения окуляра возникнет интерференционная картина, состоящая из череды светлых и тёмных полос одинаковой толщины (см. рис. 26). Количество полос и их толщина, а также расположение в поле зрения окуляра зависят от двух контролируемых факторов, а именно: от угла наклона плоскости зеркала 1 по отношению к плоскости зеркала 2 и от того, как лучи света 7

и 8 ориентированы по отношению к вектору орбитальной скорости планеты. На рисунке 27 показан вид интерферометра Майкельсона 1881 года.

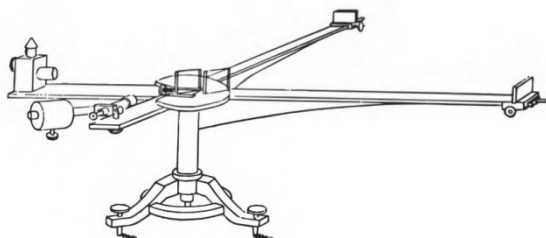


Рис. 27.

Теория опыта А. Майкельсона заключается в следующем. Поскольку интерферометр движется относительно эфира вместе с Землёй и его лучи света 7 и 8 ориентированы так, как было описано выше, то интервалы времени, затрачиваемые этими лучами на преодоление своего пути, оказываются разными и эта разница во времени сказывается на расположении интерференционных полос.

Действительно, пусть c – скорость света относительно эфира, а v – скорость интерферометра относительно эфира (величина орбитальной скорости Земли). Тогда время, затрачиваемое лучом 7 при его движении от зеркала 3 к зеркалу 2 и обратно, определится по формуле:

$$t_1 = \left[\frac{r}{c - v} + \frac{r}{c + v} \right] = \frac{2r \cdot c}{c^2 - v^2} \quad (52).$$

Для вычисления времени движения луча 8 следует учесть, что пока свет распространяется (перемещается) от полупрозрачного зеркала 3 до зеркала 1, само зеркало 1 движется вместе с Землей относительно эфира. Поэтому путь, пройденный светом от зеркала 3 до зеркала 1, будет равен гипотенузе треугольника, состоящего из зеркала 1 и двух положений зеркала 3 (из первого положения зеркала 3 свет начинает движение в сторону зеркала 1, а во второе положение зеркала 3 к нему возвращается свет, отражённый от зеркала 1). Скорость света при этом не меняется, так как свет дви-

жется перпендикулярно направлению скорости Земли. Из простых геометрических соображений получим:

$$t_2 = \frac{2r}{\sqrt{c^2 - v^2}} \quad (53).$$

Итак, разность времени движения лучей света 7 и 8 определится по формуле:

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{2rc}{c^2 - v^2} \quad (54).$$

Такой задержке во времени соответствует разность оптических путей этих двух лучей света, которая вычисляется по формуле:

$$\Delta r = c\Delta t = \frac{rv^2}{c^2} \quad (55).$$

Следовательно, указанной разности хода лучей будет соответствовать число длин волн света, равное:

$$n = \frac{\Delta r}{\lambda} = \frac{rv^2}{\lambda c^2} \quad (56).$$

Если теперь интерферометр повернуть на 90° , то лучи света 7 и 8 поменяются местами относительно вектора скорости движения планеты. При этом интерференционные полосы сдвинутся на величину $2n$ относительно своего первоначального положения. Таким образом, вычислив значение n для конкретных параметров установки и зная скорость Земли, можно узнать, на какую величину должны сдвинуться интерференционные полосы. Именно в этом обстоятельстве заключена вся идея измерения скорости «эфирного ветра» с помощью интерферометра.

Конечно, эффект весьма мал, поскольку входящее в формулу (56) отношение v^2/c^2 равно 10^{-8} . В первом интерферометре А. Майкельсона (1881 г.) длина оптических путей лучей света 7 и 8 равнялась примерно 1 метру. Для монохроматического света, отвечающего жёлтой линии натрия (с длиной волны равной 590 нм или $590 \cdot 10^{-9}$ м.), это соответствовало сдвигу интерференционных полос $2n$ (при повороте прибора на 90°), примерно равному 0,04 полосы. Напомним, что этот сдвиг соответствовал орбитальной скорости Земли, равной 30 км/с (то есть $v^2/c^2 = 10^{-8}$). При этом А. Майкельсон утверждал, что на основании предварительных проверок прибора он был способен четко регистрировать сдвиг интерференционной картины в 0,01 полосы.

Первые попытки проведения экспериментов по измерению скорости «эфирного ветра» были предприняты А. Майкельсоном в Физическом институте университета в Берлине в 1880–1881 гг. Однако вибрации от уличного движения сделали невозможным наблюдения интерференционных полос, кроме как среди ночи. Вследствие этого факта эксперимент был перенесен в обсерваторию в Потсдам. Интерферометр был смонтирован в пустом внутреннем пространстве башни обсерватории в нижней части кирпичного фундамента, поддерживающего большой телескоп.

В журнальных статьях об этом эксперименте, опубликованных А. Майкельсоном в 1881 г., а затем во множестве печатных сообщений других авторов, сделанных до 1887 г., указывалось, что ожидалось смещение интерференционных полос в 0,04 ширины полосы, которое было обусловлено только орбитальным движением Земли. При этом сообщалось, что будто бы «реально наблюдаемые» смещения варьировались от 0,004 до 0,015 ширины полосы. Но эти «смещения» автором опыта связывались только с «простой погрешностью эксперимента». В связи с чем по данному эксперименту А. Майкельсоном было сделано официальное заключение, что гипотеза стационарного эфира не подтвердилась.

При изучении этих сообщений складывалось впечатление, что интерференционные полосы при развороте прибора на 90° практически не смещались, т.е. были неподвижны. Именно этот вывод и именно в таком виде: «интерференционные полосы практически не смещались» вошёл в анналы теоретической физики.

Тогда как изучение конкретных отсчётов и опубликованных материалов с фактическими данными по этому эксперименту говорило совершенно о другом. Интерференционные полосы не только смещались от некоторой «нулевой» точки отсчёта, причём без какого-либо поворота прибора, но и имели постоянное систематическое движение в одну сторону. При этом указанное систематическое движение полос было такой величины, что А. Майкельсон мог с трудом удерживать их в поле зрения только несколько часов. Напомним слова А. Майкельсона: «Несмотря на... необходимую крайнюю точность установки и постоянство температуры между отражающими поверхностями, все же оказалось возможным не только видеть полосы, но и удержать их неподвижными в течение нескольких часов» [56].

С одной стороны это обстоятельство было достаточно понятно, так как чувствительность прибора к линейным перемещениям зеркал была огромной. Интерферометр достаточно просто мог регистрировать перемещение любого из его зеркал на расстояние в $1 \cdot 10^{-8}$ м. Заметим, что эта величина соответствует изменению длины метрового стального стержня при перемене его температуры всего на 0,005 градуса Цельсия.

Любые вибрации прибора, даже связанные с ходьбой пешеходов вдали от здания, делали невозможной работу с интерферометром. Данное обстоятельство относилось к любым типам силовых возмущений: как механического воздействия на станину прибора (например, надавливания рукой с целью разворота прибора), так и от действия силовых физических полей, связанных, например, с изменением напряженности магнитного или электрического полей (магнитострикция и электрострикция).

С другой стороны, наряду с перечисленными выше причинами на прибор могли влиять (воздействовать) ещё и космические факторы (кроме «эфирного ветра»), которые науке нашего времени также ещё не все неизвестны (например, гравитационные волны, конформационные всплески и т. п.). Всё это в своей общей совокупности могло приводить к реальному «спонтанному» или систематическому смещению интерференционных полос. И полосы смещались, они не были неподвижны. Это следует из протоколов опытов! В связи с изложенным, вывод А. Майкельсона о «неподвижности» интерференционных полос остаётся загадкой.

А для того, чтобы можно было использовать данные измерений, полученных с помощью сверхчувствительного прибора, А. Майкельсон разработал специальную методику обработки результатов опытов, которая исключала все непериодические «всплески», не связанные с поворотом интерферометра, а также систематические смещения интерференционных полос. Заметим, что замеры велись не непрерывно, а дискретно.

Например, согласно первоначальной методике обработки полученных данных, с целью исключения систематического смещения А. Майкельсоном с помощью метода наименьших квадратов определялась прямая линия, которая принималась за «ноль» измере-

ний, от которой делались отсчёты. Более того, полагалось, что все те результаты замеров, которые имели значительные отклонения от этой прямой (то есть не попадали под плавную кривую с двумя периодами, образованными одним полным разворотом прибора), выбрасывались из анализа. Именно так был получен первый вывод об отсутствии какого-либо «смещения» интерференционных полос.

Ниже, в таблице 2, приводятся данные результатов этого опыта.

Таблица 2.

	N (1)	NE (2)	E (3)	SE (4)	S (5)	SW (6)	W (7)	NW (8)
1-е вращ.	0.0	0.0	0.0	-8.0	-1.0	-1.0	-2.0	-3.0
2-е вращ.	16.0	16.0	16.0	9.0	16.0	16.0	15.0	13.0
3-е вращ.	17.0	17.0	17.0	10.0	17.0	16.0	16.0	17.0
4-е вращ.	15.0	15.0	15.0	8.0	14.5	14.5	14.5	14.0
5-е вращ.	13.5	13.5	13.5	5.0	12.0	13.0	13.0	13.0
Сумма	61.5	61.5	61.5	(60.0)	58.5	58.5	56.5	54.0

Пять первых строк этой таблицы соответствуют пяти вращениям (оборотам) прибора вокруг вертикальной оси. Цифры каждой строки означают положение центральной интерференционной полосы, отсчитанное по шкале окуляра. При использовании белого света интерференционная полоса нулевого порядка была белого цвета и считалась центральной. Интерференционные полосы высших порядков при этом были окрашенными. Выбор центральной полосы при использовании монохроматического света А. Майкельсоном не разъяснялся.

В соответствии с англоязычной практикой, точка при записи численных значений величин служит разделителем между целой и дробной частями числа. Каждая величина последней строки («Сумма») является суммой пяти отсчетов своего столбца. Наконец, буквенное обозначение каждого столбца указывает направление объектива телескопа (направление взгляда наблюдателя), или, как принято говорить, азимут отсчетов данного столбца. Очевидно, что N – север, NE – северо-восток, E – восток и т. д. В скобках для удобства приведена цифровая нумерация этих же азимутов и столбцов.

Отсчеты четвертого столбца каждой строки (азимут 4) резко отличаются по численному значению от записанных в третьем и пятом столбцах. Было указано, что этот факт может быть объяснён заеданием оси в подшипнике прибора. Однако это обстоятельство в качестве причины результата замера нельзя принять во внимание, поскольку ось прибора к оптической схеме измерения не имеет никакого отношения.

Отсчеты этого столбца при анализе таблицы по строкам не принимались во внимание. В качестве суммы отсчетов этого столбца было принято среднее арифметическое отсчетов третьего и пятого столбцов (величина 60.0, заключенная в скобки).

Анализ результатов замеров показывает, что в каждой строке таблицы прослеживается тенденция к смещению центральной полосы (при вращении прибора) в сторону меньших значений шкалы. Особенно заметна эта тенденция у чисел в строке «Сумма» (происходит усреднение значений отсчетов отдельных строк). Эта «особенность» результатов опытов прослеживается у всех подобных экспериментов. Следует обратить внимание на этот факт, поскольку (к большому сожалению) объяснение причин этого феномена самими экспериментаторами найдено (предложено) не было.

15. Опыт А. Майкельсона и Э. Морли

Однако именно это обстоятельство (реальное смещение полос под действием известных и неизвестных физических факторов) стимулировало потребность усовершенствования интерферометра. Это делалось как с целью повышения защищённости прибора от внешних «мешающих» причин (температуры, вибраций и действия магнитных и полей), так и с целью повышения чувствительности интерферометра (поскольку величина полученных усреднённых измерений хотя и была небольшой, но всё же не была равна нулю, что требовало повышения точности измерений). Новые опыты с усовершенствованным интерферометром были поставлены А. Майкельсоном и Э. Морли через 6 лет, в 1887 г.

В этом новом эксперименте, для того чтобы избежать (уменьшить) действие на прибор вибраций и деформаций, оптические части интерферометра были смонтированы на твердом блоке из

песчаника, который плавал в ртути, содержащейся в круглом чугунном баке. Эта плавающая тяжёлая каменная опора дала возможность не только значительно уменьшить действие вибраций на прибор, но и позволяла легко поворачивать интерферометр на различные азимуты во время наблюдений, что происходило без заметных силовых воздействий на сам прибор (усилие прилагалось к каменной опоре). Каменная квадратная плита толщиной в 30 см имела стороны квадрата длиной в 150 см. Общий вид прибора показан на рис. 28, а его вертикальное сечение на рис. 28.

Чтобы получить необходимую чувствительность, эффективный световой путь лучей был увеличен с помощью отражения света назад и вперед так, что он проходил диагональ квадратного камня восемь раз. Это было эквивалентно эффекту от интерферометра с плечом около 1100 см длиной. При этом ожидаемое смещение полос, соответствующее скорости Земли на ее орбите, составляло уже 0,4 ширины полосы. Ход лучей в интерферометре показан на рис. 30.

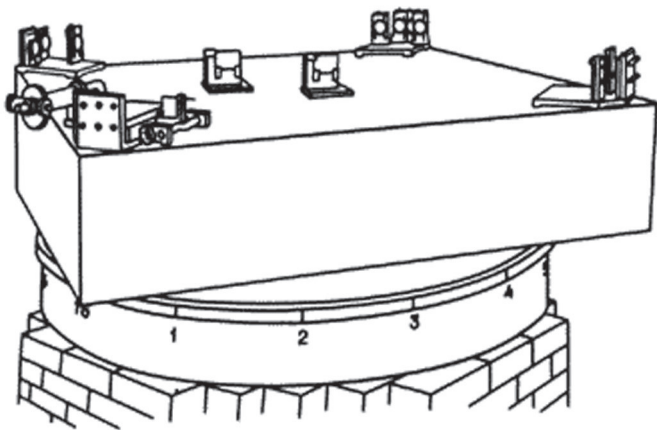


Рис. 28.

А. Майкельсон и Э. Морли выполнили свой исторический эксперимент в Кливленде в 1887 г., в северо-западной комнате подвального этажа главного здания колледжа Адельберта. Их полная серия наблюдений имела продолжительность в 6 часов: по одному

часу в полдень 8-го, 9-го и 11-го июля и по одному часу вечером 8-го, 9-го и 12-го июля. Она состояла из 36 оборотов интерферометра. Считывания проводились на каждом из 16 равноотстоящих положений в каждом полном обороте прибора.

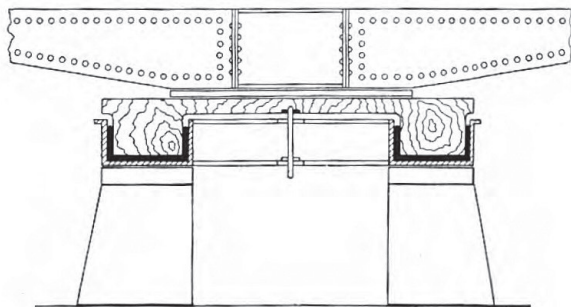


Рис. 29.

Методы наблюдения были ориентированы на то, чтобы найти предполагаемое движение Земли только по направлению её орбитального движения. То есть критичными точками отсчёта, в которых проводились измерения, были направления на север, восток, юг и запад, а также азимуты между ними.

Данное обстоятельство было связано с тем, что в то время, к большому сожалению, из астрономических наблюдений не было ещё точно известно, в каком абсолютном направлении (в системе далёких неподвижных звёзд) движется Земля в пространстве, а поэтому было невозможно установить интерферометр точно в этом направлении. Это обстоятельство являло собой одну из причин, по которой весь аппарат был установлен на каменной плите, которая находилась на поплавке, плавающем в ртути. Так что прибор без особых усилий можно было плавно поворачивать во всех азимутах в горизонтальной плоскости наблюдений.

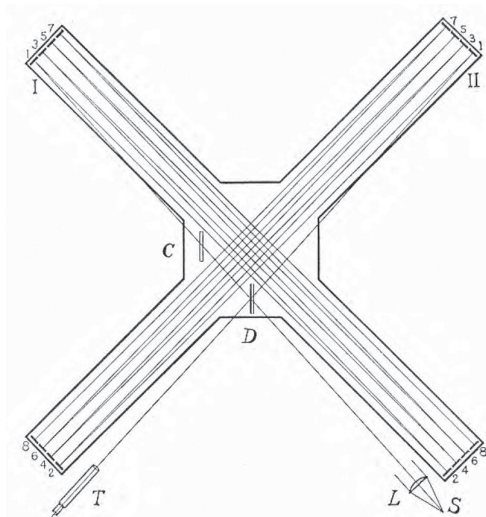


Рис. 30.

Заметим, что вращение Земли вокруг своей оси заставляет плоскость интерферометра двигаться по поверхности конуса (осью которого также является ось Земли), что таким образом придает прибору различную ориентировку в пространстве. Наблюдению же была доступна только та компонента действительного «эфирного ветра», которая лежит в горизонтальной плоскости интерферометра. Поэтому кажущийся азимут и величина эфирного ветра должны изменяться в зависимости от времени наблюдения и в такт разворота прибора. Ветер, перпендикулярный к плоскости интерферометра, не должен вообще вызывать эффекта ни при каких его разворотах. И вполне возможно, что такие условия осуществляются во времена года, известные современным астрономам.

Указанных кратких серий наблюдений в Кливленде для А. Майкельсона и Э. Морли оказалось достаточно для нового утверждения об отсутствии «эфирного ветра», поскольку полученный эффект от измерений оказался значительно ниже ожидаемого значения. Однако (и это следует особо подчеркнуть) и в данном случае полученный эффект также не был нулевым.

Действительно, чувствительность аппарата была достаточно

высокой для четкого выделения эффекта смещения интерференционной картины, связанного с разворотом прибора. В связи с чем в заключении об эксперименте, которое было опубликовано А. Майкельсоном и Э. Морли в 1887 г., теперь уже было чётко указано, что наблюдаемая скорость Земли относительно эфира не превышает $1/4$ орбитальной скорости Земли. Это заключение совершенно отличается от «нулевого» результата эксперимента 1881 г., который так часто приписывается адептами теории относительности обоим экспериментам. При этом заметим, что А. Майкельсон и Э. Морли провели только одну такую серию наблюдений (в июле 1887 г.) и никогда не повторяли эксперимента по эфирному ветру в другое время года, несмотря на множество противоположных печатных сообщений на эту тему других авторов.

В таблице 3 для иллюстрации изложенного выше приводятся данные измерений 1887 г. [57].

Таблица 3.

Полуденные наблюдения																	
	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8 июля	44,7	44,0	43,5	39,7	35,2	34,7	34,3	32,5	28,2	26,2	23,8	23,2	20,3	18,7	17,5	16,8	13,7
9 июля	57,4	57,3	58,2	59,2	58,7	60,2	60,8	62,0	61,5	63,3	65,8	67,3	69,7	70,7	73,0	70,2	72,2
11 июля	27,3	23,5	22,0	19,3	19,2	19,3	18,7	18,8	16,2	14,3	13,3	12,8	13,3	12,3	10,2	7,3	6,5
Среднее	43,1	41,6	41,2	39,4	37,7	38,1	37,9	37,8	35,3	34,6	34,3	34,4	34,4	33,9	33,6	32,4	30,8
Среднее в длинах волн	0,862	0,832	0,824	0,788	0,754	0,762	0,758	0,756	0,706	0,692	0,686	0,688	0,678	0,678	0,672	0,628	0,616
	0,706	0,692	0,686	0,688	0,688	0,678	0,672	0,628	0,616								
Конечное среднее	0,784	0,762	0,755	0,738	0,721	0,720	0,715	0,692	0,661								
Вечерние наблюдения																	
8 июля	61,2	63,3	63,3	68,2	67,7	69,3	70,3	69,8	69,0	71,3	71,3	70,5	71,2	71,2	70,5	72,5	75,7
9 июля	26,0	26,0	28,2	29,2	31,5	32,0	31,3	31,7	33,0	35,8	36,5	37,3	38,8	41,0	42,7	43,7	44,0
12 июля	66,8	66,5	66,0	64,3	62,2	61,0	61,3	59,7	58,2	55,7	53,7	54,7	55,0	58,2	58,5	57,0	56,0
Среднее	51,3	51,9	52,5	53,9	53,8	54,1	54,3	53,7	53,4	54,3	53,8	54,2	55,0	56,8	57,2	57,7	58,6
Среднее в длинах волн	1,026	1,038	1,050	1,078	1,076	1,082	1,086	1,074	1,068	1,086	1,076	1,084	1,100	1,136	1,144	1,154	1,172
	1,068	1,086	1,076	1,084	1,100	1,136	1,144	1,154	1,172								
Конечное среднее	1,047	1,062	1,063	1,081	1,088	1,109	1,115	1,114	1,120								

Относительно «нулевого результата», полученного в опытах А. Майкельсона в 1887 г., показательно мнение академика С. И. Вавилова, которое было изложено им в «Примечаниях» к статье А. Майкельсона и Э. Морли, где он высказывается по поводу применённого ими метода математической обработки результатов измерений.

«Способ обработки таков, что всякие непериодические смещения исключаются. Между тем эти непериодические смещения были значительны. Ввиду тех возражений, которые сделаны в последнее время Миллером по поводу рода обработки, приводим таблицу для полученных наблюдений из работы Майкельсона – Морли (см. таблицу 2). Числа в первых трех строках указывают деления на головке винта окулярного микрометра. Приблизительно 50 таких делений соответствуют смещению на целую полосу. При повороте прибора на полную окружность, разделенную на 16 частей, полосы систематически смещаются почти на 0,5 полосы, как видно из таблицы. В четвертой строке взято арифметическое среднее всех отсчетов, в пятой строке эти цифры перечислены на ширину полос. Вторая половина пятой строки далее снова повторяется и подписана под первой половиной (в предположении, что периодические смещения правильно повторяются во второй половине окружности). В последней строке взято среднее из предыдущих двух строк. В этой строке вполне ясно прослеживается систематическое смещение, достигающее 0,1 полосы за половину окружности. Далее, через точки, соответствующие цифрам последней строки, проводилась наиболее вероятная прямая. Отклонения от этой прямой и считаются за наблюдаемые смещения...

Систематический ход в открытом интерферометре за время одного оборота может вызываться различными причинами: изменениями атмосферного давления, температурными колебаниями и пр. Во всяком случае, указанная обработка с таким интерферометром неизбежна. Воспользовавшись вместо окончательного среднего первым средним и проведя наиболее вероятную прямую через точки, мы получим такие цифры (см. нижеприведенную таблицу 4):

Таблица 4

Азимут	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
смещения	0.02	0.005	0.01	-0.01	-0.03	-0.005	0.00	0.015	0.02	-0.02	-0.015	0.0	0.015	0.02	0.03	0.00	0.0

Максимальное смещение в этом случае составляет около 0,05 полосы, то есть почти в 10 раз меньше теоретического» [58].

Однако даже из графика, построенного по величинам смещений, взятым из таблицы, рассчитанной С. И. Вавиловым (см. таблицу 4), совершенно отчетливо просматривается вторая гармоника, соответствующая эфирному ветру (см. рисунок 31).

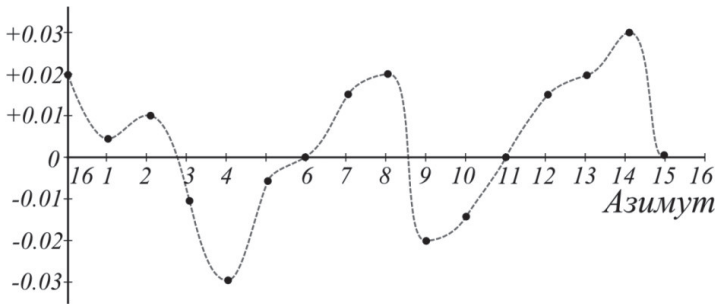


Рис. 31.

Что касается обстоятельства, что максимальное смещение интерференционных полос в 10 раз меньше теоретического, то ниже будут вскрыты причины этого факта, то есть почему интерферометр выдаёт заниженные значения. Но тем не менее важно констатировать, что в рассматриваемом опыте А. Майкельсоном и Э. Морли экспериментальным путём было доказано существование эфирного ветра, скорость которого составляла от 3 до 6 км/с. Это, конечно же, не соответствовало «теоретическому» значению орбитальной скорости Земли в 30 км/с, но вовсе не являлось «нулевым» результатом, как об этом утверждалось в те далёкие времена и что вошло красной нитью во все учебники по физике и в справочную литературу.

В связи с изложенным необходимо обратить внимание именно на этот исторический факт, который заключается в том, что как раз эти эксперименты (а не иные) дали так называемый «отрицательный результат» в поиске «эфирного ветра». Собственно, не что иное, а этот мнимый «результат» укоренился в научном общественном сознании в виде «бесспорного» экспериментального доказательства, отрицающего реальность эфирного ветра.

Поражает надуманность этого вывода, в котором желаемое принимается за действительное. Будто бы эта практика исследований эфирного ветра ставит на нём крест. А тем самым обосновывает бесспорность существования принципа относительности. Именно эти опыты стали экспериментальным основанием для создания СТО, и по сей день только они являются краеугольным камнем релятивизма.

Но мало кто знает, что сам А. Майкельсон всегда внутренне придерживался положения о существовании вселенского неподвижного эфира. Об этом, например, говорят его опыты по проверке эффекта Саньяка, связанные с определением скорости вращения Земли вокруг своей оси, измеренной относительно того же неподвижного эфира. Эта скорость была установлена с помощью другого светового прибора, специально спроектированного и построенного прямоугольного интерферометра. Прибор был огромен, он занимал площадь в 0,208 км².

Вращение Земли измерялось относительно неподвижного эфира, и этот опыт, выполненный в 1925 г., дал положительный результат. Заметим, что если бы эта работа по измерению суточного вращения Земли была бы выполнена первой, то существование глобальной неподвижной эфировой среды было бы сразу же признано мировой научной общественностью. Это мнение многих видных учёных как того, так и нашего времени.

Заметим, что А. Майкельсон после завершения данного эксперимента и на основании положительных опытов Д. Миллера вновь вернулся к экспериментам по обнаружению орбитального «эфирного ветра». Да это и понятно, поскольку положительный результат его опыта по измерению суточного вращения Земли находился в противоречии с его же отрицательным результатом по определению орбитального движения нашей планеты.

Эту новую работу он провел совместно с Ф. Писом и Ф. Пирсоном. По результатам этих экспериментов, выполненных в 1929 году, была определена скорость «эфирного ветра», которая оказалась равной примерно 6 км/с. В соответствующей публикации авторы этой работы отмечают, что скорость «эфирного ветра» составляет примерно 1/50 от скорости перемещения Земли в Галактике, равной 300 км/с. [59].

16. Опыты Д.К. Миллера

В этом обзоре совершенно необходимо привести данные по упомянутым выше экспериментам, поставленным Д. К. Миллером, поскольку они занимают особое положение в истории физической науки. При этом должно отметить, что стремление к истине в научном творчестве этого человека заслуживает не только всяческого уважения и подражания, но и самой наивысшей оценки, которая только и возможна за работу, кропотливо и упорно выполняемую на протяжении почти трёх десятков лет. Ниже вкратце будет изложено всё то, что было сделано учёным за эти годы, чтобы понять его неподдельное стремление к новому знанию и страсть первооткрывателя тайн устройства природы.

Его огромная работа, которая предварила собой целую плеяду проверочных работ других авторов, разительно отличается от сиюминутных «гениальных» творений некоторых современных так называемых «титанов» математических предположений о самых общих законах природы. Эти «исследователи» не открывают свойства природы в прямых вопросах, поставленных ей в виде эксперимента, и даже не пытаются угадать их, а выдумывают и «навязывают» их физической науке в виде привидевшихся законов природы, развитых в математические теории.

Особо отметим, что главным в работе Д. Миллера было неопровержимое экспериментальное доказательство наличия светоносного эфира. Д. Миллер работал непрерывно с 1900 по 1927 годы, то есть потратил на измерение скорости «эфирного ветра» около 27 лет (практически всю свою активную творческую жизнь), уделяя особое внимание точности и чистоте эксперимента. Им была

проделана гигантская измерительная работа: только в 1925 году общее число оборотов интерферометра составило 4400, а число отдельных отсчетов превысило 100 000.

Речь ведётся об экспериментах, которые были начаты Д. Миллером совместно с Э. Морли в марте 1900 г., а впоследствии были продолжены и завершены уже одним Д. Миллером в конце 1927 г. Данное обстоятельство связано с тем, что профессор Э. У. Морли отстранился от активной работы уже в 1906 г. и продолжение работы над экспериментом полностью перешло в руки к Д. Миллеру.

При этом уместно вспомнить международный конгресс физиков, проходивший в Париже в 1900 году, на котором лорд Кельвин произнес свою знаменитую речь о проблемах теории эфира. Он заметил, что «единственное облако на ясном небосклоне теории есть нулевой результат опытов А. Майкельсона и Д. Морли».

Э. Морли и Д. Миллер присутствовали на этом конгрессе. В разговоре с ними лорд Кельвин предложил Э. У. Морли и Д. К. Миллеру повторить опыт с более чувствительным интерферометром.

Между Э. У. Морли и Д. К. Миллером завязалось сотрудничество, в результате которого был спроектирован, а затем и построен интерферометр. Принципиальная схема прибора оставалась прежней, но он был приблизительно в 4 раза чувствительнее прибора, использованного в опыте А. Майкельсона и Э. Морли в 1887 году.

Данное обстоятельство объяснялось тем, что длина оптического пути в новом приборе составляла 250 футов (76,2 м), и на ней укладывалось приблизительно 150 000 000 длин волн. В этом приборе относительная скорость Земли должна была сказываться в смещении интерференционных полос уже на 1,5 полосы при точности измерения в 0,1 полосы.

Именно этот прибор употреблялся с тех пор и до 1927 года во всех опытах Д. Миллера. Из первоначальной аппаратуры А. Майкельсона и Э. Морли не было использовано ничего, за исключением резервуара с ртутью и деревянного поплавка. Все оптические части этого прибора были изготовлены заново.

При постановке своих многочисленных опытов Д. Миллер перепробовал практически все возможные вариации условий опыта. Наблюдения проводились при вращении интерферометра по

часовой стрелке и против нее. При быстром (1 оборот за 40 секунд) и медленном вращении (1 оборот за 85 секунд). С тяжелым грузом, положенным на кронштейн трубы, а затем на кронштейн лампы. С поплавком, высоко поднятым над уровнем ртути, что позволяло накрывать прибор. С этой целью специальным грузом сначала нагружался один квадрант, а потом другой. Ассистент, записывающий наблюдения, ходил вокруг аппарата или же стоял в различных точках помещения. Он был далеко от аппарата или же близко к нему. На результаты наблюдений ни одна из этих вариаций не оказывала никакого влияния.

В 1921 г. аппарат был расположен в глубоком каньоне. Д. Миллер проверял положение, что направленные потоки воздуха, постоянно действующие в каньоне, могут внести нарушения в процесс измерения. Равным образом подвергалось проверке и несимметричное распределение горных пород вокруг прибора.

Проверялась зависимость результатов измерения от температуры. С этой целью на внешних стеклах домика, где был смонтирован прибор, были установлены четыре точных термометра. Во многих случаях вариации температуры при измерении не превышали $0,1^{\circ}$ и обычно были меньше $0,4^{\circ}$. Однако даже общее изменение температуры в помещении домика на несколько градусов, которое могло бы вызвать постоянное смещение полос интерференции, не выявило эффекта изменения в периодическом смещении полос ни по величине, ни по направлению.

Учет влияния магнитных полей на процесс измерения осуществлялся следующим образом. Летом 1921 г. стальная рама интерферометра была демонтирована, и вместо нее стали использовать монолитную базу из цемента с латунной арматурой. База была размещена в ртутной ванне. Все металлические части были сделаны из алюминия или латуни, так что весь аппарат был освобожден от магнитных эффектов, а возможные тепловые эффекты были существенно уменьшены. В декабре 1921 г. с немагнитным интерферометром были проведены 42 группы наблюдений. Все они подтвердили результаты измерений (совпадение по азимуту и амплитуде), полученных в апреле на предшествующем приборе.

Обработка результатов многотысячных измерений также отличалась от методик предшествующих авторов. Результаты наблюде-

ний, нанесенные на графики при помощи гармонического анализа (выполненного механическим анализатором), непосредственно давали азимут и скорость эфирного ветра. Никаких поправок в наблюдаемые величины не вносилось. Все отсчеты (скоростей и азимута) эфирного ветра, сделанные в обсерватории Маунт-Вилсон, включались своими полными значениями. Ни одно наблюдение не было опущено, если бы даже оно показалось неудовлетворительным, и никаких «весовых коэффициентов» наблюдениям не приписывалось, так как не делалось никаких допущений относительно ожидаемого результата.

Описанные опыты, выполненные на обсерватории Маунт-Вилсон в течение четырех лет с 1921 по 1925 гг., привели к заключению, что реально существует определенное смещение интерференционных полос, какое могло быть вызвано относительным движением Земли и эфира со скоростью приблизительно в 10 км/с, т.е. около одной трети орбитальной скорости Земли.

Когда проводились наблюдения, интерферометр с укрепленным на нем телескопом вращался на плоту в ртутной ванне так, что телескоп направлялся поочередно на все деления компаса, то есть на все азимуты. Относительное движение Земли и эфира должно было вызывать периодическое смещение интерференционных полос: они сначала должны были бы смещаться в одну сторону, а затем – в противоположную. Это смещение происходило по отношению к некоторой средней точке в поле зрения окуляра телескопа, с двумя полными периодами за каждый оборот инструмента. Положения линий отмечались в 16-и равноудаленных друг от друга точках, начиная с направления на север.

Наблюдения носили дифференциальный характер и могли быть выполнены с высокой степенью достоверности при всех условиях опыта. Положение системы интерференционных полос определялось в десятых долях ширины полосы по шкале, видимой в поле зрения телескопа. На рисунке 32 показаны интерференционные полосы, наблюдаемые в окуляре телескопа интерферометра.

Комплекс отсчетов обычно содержал около 20 полных поворотов интерферометра, сделанных за период примерно в 15 мин. Это давало около 40 определений (замеров) периодически повторяющегося эффекта. Эти 40 значений усреднялись, что и считалось одним «наблюдением».

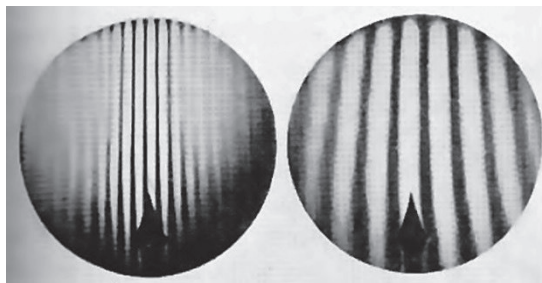
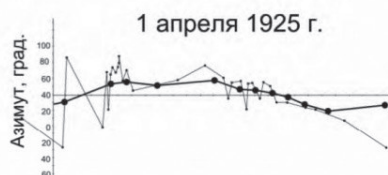
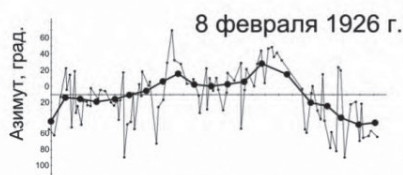
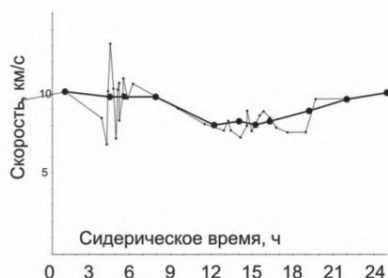
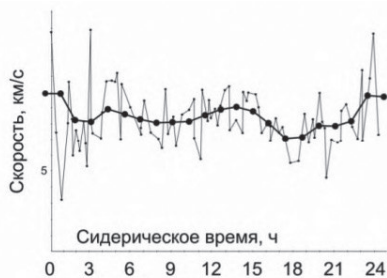


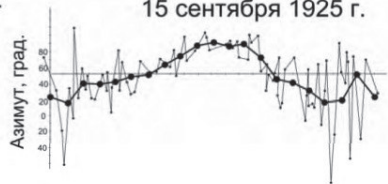
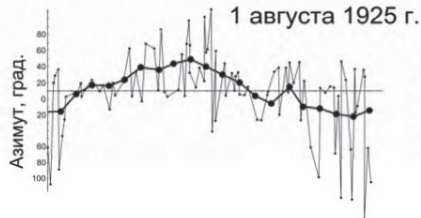
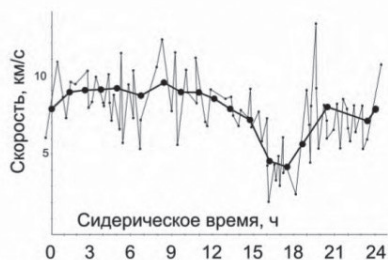
Рис. 32.

Тем самым температурные эффекты или другие виды искажений, если они не обладают периодом в 20 с на интервале в 15 мин, были в значительной степени исключены за счет усреднения. Остающийся периодический эффект окончательного усреднения считался реальным как следствие от действия объективного фактора.



a

b



c

d

Рис. 33.

Поскольку отсчеты брались с интервалом около 3 с, положение максимума определялось наблюдениями, перекрывающими интервал около 10 с. Весь период смещения занимал интервал около 25 с. Поэтому определение направления абсолютного движения в большой степени было независимо от обычных температурных колебаний.

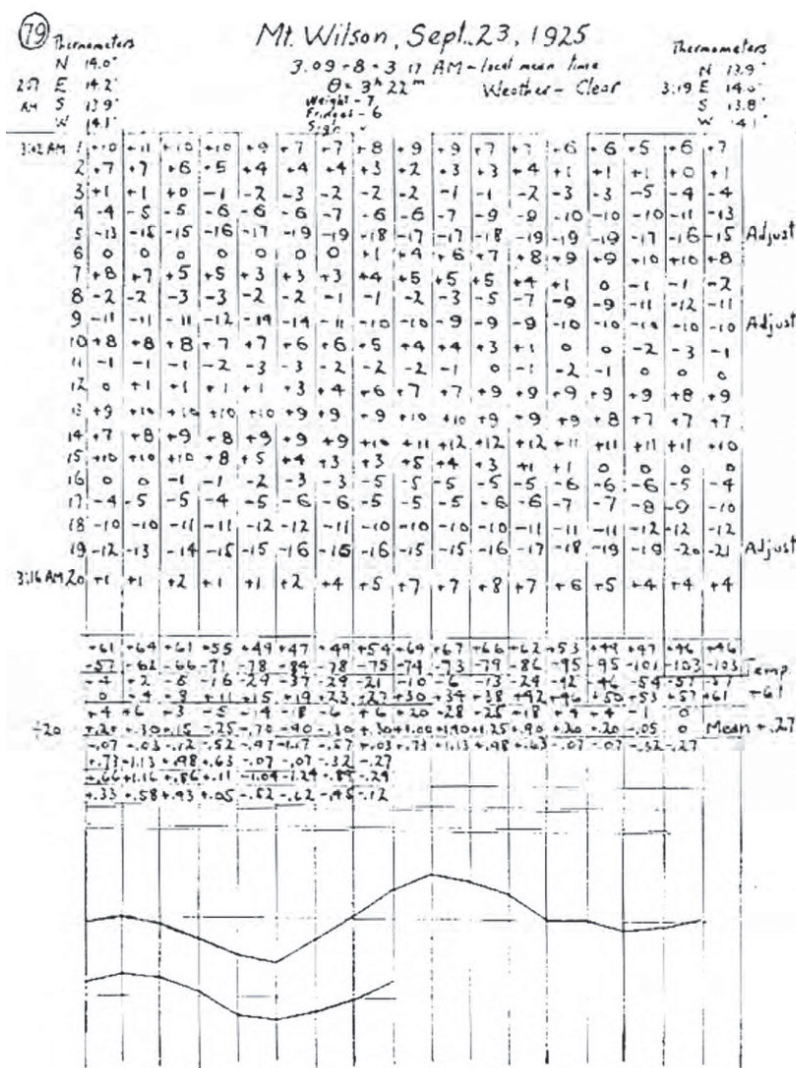
Общее число наблюдений в Кливленде содержало около 1000 оборотов интерферометра, а все наблюдения, проведенные на обсерватории Маунт-Вилсон до 1925 г., содержали 1200 оборотов. Наблюдения же 1925 г. содержали 4400 оборотов интерферометра, в течение которых было сделано более 100 000 считываний. Группа из 8 отсчетов давала величину и направление эфирного ветра, так что было получено 12 500 единичных измерений.

На рисунке 33 приведены графики одиночных наблюдений и усредненные кривые эфирного ветра на Маунт-Вилсон в 1925–1926 гг. А в таблице 5 приведены данные фрагмента протокола конкретных измерений, выполненных также на Маунт-Вилсон 23 сентября 1925 г..

На графиках указано сидерическое (звёздное) время выявленных физических эффектов, то есть это свидетельствует о наличии прямой космической причины обнаруженных явлений, а не на локальный земной фактор, который может зависеть только от местного времени [60].

Отметим, что Эйнштейн безусловно знал о положительных опытах Д. Миллера, как и обо всех экспериментах А. Майкельсона, отвергающих его теорию. В письме Э. Слоссону он писал: «...Мое мнение об экспериментах Миллера следующее. ...В случае если положительный результат будет подтвержден, специальная теория относительности и вместе с ней общая теория относительности, в их текущей форме, будут недействительными. Experimentum summus iudex (эксперимент/опыт есть высший судья)» [61].

Таблица 5.



17. Анализ опытов А. Майкельсона, Э. Морли и Д. Миллера

17.1. Предварительные замечания

Перед началом анализа работ учёных, указанных в заголовке настоящего параграфа, было бы интересно отметить (подчеркнуть) мнение (суждение) о сформировавшейся ситуации у физиков-теоретиков тех лет в связи с отрицательными результатами опытов по обнаружению абсолютного движения Земли. Их понимание сложившихся обстоятельств в физике можно, а вернее, даже нужно предварить следующим заявлением Л. Физо, сделанным им в отчете по поводу оптических явлений, возникающих в опытах по обнаружению движения Земли. Он писал, что «...для каждого явления этого рода, которое первоначально кажется дающим положительный результат, находятся компенсирующие причины, аннулирующие его. И в самом деле (кроме одного из двух исключений, результаты которых остаются сомнительными) все опыты этого рода приводят к полностью отрицательным результатам, как будто некий общий закон природы всегда препятствует их успеху» [62].

Однако, если учесть первую часть цитаты, думается, что Л. Физов в то время представлял возникшую ситуацию точно так же, как и Г. Лоренц, который полагал реальным (существующим) абсолютное движение тел, как и то, что оно (движение) не обнаружимо из-за действия компенсирующих факторов.

Другие исследователи были точно так же озадачены и разочарованы отрицательными результатами экспериментов и безрезультативностью попыток отыскать им рациональное объяснение, а тем более найти подходящую замену идее неподвижного электромагнитного эфира. Лоренц писал Рэлею 18 августа 1892 г.: «Я в чрезвычайном затруднении относительно того, как разрешить это противоречие, и тем не менее я думаю, что если бы нам пришлось отказаться от теории Френеля [теории эфира], у нас вообще не осталось бы приемлемой теории... Не может ли быть некоторого пункта в теории опыта мистера Майкельсона, который до сих пор не был замечен?». Да и сам А. Майкельсон называл свой опыт «не-

удачей». Такое состояние дел наблюдалось в теоретической физике тех лет.

В 1873 г. В. Фельтман предложил следующее доказательство независимости любых интерференционных явлений от движения Земли. Согласно его представлениям, элемент волнового фронта, испытывая многократные отражения и преломления, описывает в некоторой среде замкнутый многоугольник A, B₁, B₂, B₃, B_k, B_{k+1} (см. рис. 34).

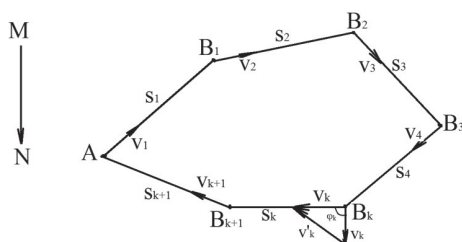


Рис. 34.

Обозначим соответствующие пути и скорости на отдельных участках $S_1, S_2, \dots; V_1, V_2, \dots$. Пусть вся среда движется в направлении MN и каждая точка приобретает за счет движения среды скорость v_k , образующую угол φ_k со скоростью V_k . Скорость этой точки относительно неподвижного эфира является результирующей скоростей V_k и v_k . С точностью до второго порядка по v_k/V_k получим:

$$V'_k = V_k + v_k \cos \varphi_k \quad (57).$$

Отсюда:

$$t_k = \frac{S_k}{V'_k} = \frac{S_k}{V_k + v_k \cos \varphi_k} \cong \frac{S_k}{V_k} \left(1 - \frac{v_k \cos \varphi_k}{V_k} \right) \quad (58).$$

Полное время распространения света по замкнутому пути равно:

$$T = \sum t_k = \sum \frac{S_k}{V_k} - \sum \frac{v_k}{V_k^2} S_k \cos \varphi_k \quad (59).$$

Покажем, что $\frac{v_k}{V_k^2} = \text{const.}$ (60).

Из неразрывности струи эфира на границе двух сред следует:

$$\rho_1 v_1 = \rho_2 v_2 \quad (61),$$

где ρ – плотность эфира.

При постоянной упругости эфира с учётом формулы:

$$V = \sqrt{\frac{k}{\rho}} \quad (62)$$

имеем: $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_2^2}{V_1^2}$ (63).

Отсюда $\frac{v_1}{V_1^2} = \frac{v_2}{V_2^2} = \text{const}$ (64).

Учитывая, что $\sum S_k \cos \varphi_k = 0$, получим: $\sum \frac{S_k}{V_k} = \sum \frac{S_k}{V_k}$ (65),

т. е. время распространения света по замкнутому пути не зависит от движения системы отсчета [63, 64].

Позднее это доказали на основе тех же предпосылок А. Потье и Г. Лоренц, причем оба указывали на приоритет В. Фельтмана [65, 66].

Действительно, большая часть физиков-теоретиков тех лет (до опыта А. Майкельсона) считала экспериментально доказанной независимость оптических явлений от движения Земли и выводила отсюда, например, формулу увлечения Френеля. Другие решали обратную задачу: исходя из справедливости формулы Френеля, доказанной экспериментально, утверждали независимость оптических явлений от движения Земли.

Все расчеты при этом велись только в первом порядке по отношению к v/c . При этом, видимо, никто и не предполагал, что вскоре станут реальностью опыты второго порядка (v^2/c^2), которые

теоретически позволяли обнаружить скорость движения Земли относительно эфира.

В 1881 г. А. Майкельсон изобрёл интерферометр и получил первый отрицательный результат по эфирному ветру в опыте второго порядка (v^2/c^2). По сути, это стало началом второго этапа работ по поиску абсолютной системы отсчёта.

Для согласования теории О. Френеля с отсутствием эфирного ветра Г. Лоренц предложил в 1892 г. новую гипотезу, получившую название «контракционной». Он полагал, что движение Земли относительно эфира может влиять на величину сил молекулярного взаимодействия, а через них – на длину тел.

Чтобы объяснить нулевую разность хода в опыте Майкельсона, ему пришлось допустить, что длина любого тела (в том числе плеча интерферометра) в направлении движения уменьшается сравнительно с истинной величиной по следующему закону:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cong l_0 \left(1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right) \quad (66).$$

В дальнейшем Г. Лоренц обосновал свою гипотезу на основе электронной теории.

Как сообщил в 1893 г. О. Лодж, подобную гипотезу излагал Э. Фитцджеральд несколько лет ранее Г. Лоренца на своих лекциях в Дублине [67].

Таким образом, представление о том, что движение Земли нельзя обнаружить оптическим путем, в то время было уже общепринятым. Именно это обстоятельство – компенсация эффектов движения систем отсчёта относительно эфира как законный прообраз (физическое обоснование) принципа относительности – довлело над физиками 19-го века. Действительно, все оптические эксперименты как первого порядка, так отныне и второго указывали на то, что в связи с наличием компенсационных эффектов, формально (по результатам как самих теорий опытов, так и конкретно выполненных экспериментов) принцип относительности можно было бы признать основным законом природы (назовём его «формальным принципом относительности»).

Особо отметим, что в то время принять эту данность считали возможным только через реализацию соответствующего свойства

природы. То есть посредством наличия в природе конкретного компенсационного механизма, обеспечивающего именно такое её устройство. Появление СТО многими физиками того времени было оценено как попытка объяснения отрицательного результата опыта Майкельсона. Первоначально эту теорию ставили в один ряд с контракционной гипотезой. Подобная версия укоренилась в физической литературе тех лет и, в частности в учебной, поскольку очень удобно методически выводить СТО из опыта Майкельсона.

Только поэтому, после выяснения феноменологического характера СТО, эта теория большинством физиков была принята в штыки, поскольку она предлагала вообще отказаться от исследования внутреннего устройства природы, то есть от вскрытия сути природных явлений. Или, что одно и то же, признать невозможным создание конкретных представлений о внутренних механизмах, переводящих причины явлений в их следствия и таким образом сводящих всё к описательным методам физических законов природы (назовём это положение «феноменологическим принципом относительности»).

Действительно, от СТО нельзя потребовать объяснений, каков, например, механизм явления сокращения линейных размеров тел вследствие их относительного движения. Это обстоятельство предлагалось принимать как данность, без разъяснений и объяснений. К примеру, предлагали руководствоваться тем, что, поскольку есть скорость тела и соответствующая формула изменения линейных размеров движущихся тел, то, следовательно, есть и само реальное сокращение размеров. И так поступали со всеми теоремами СТО.

Только поэтому опыты Д. К. Миллера, обнаружившего небольшую величину эфирного ветра, вызвали огромный резонанс в научном обществе. С их обнародования начался третий этап проверочных работ по поиску эфирного ветра, который состоял в поиске ответа на тот же самый сакраментальный вопрос: а есть ли эфирный ветер, или его нет?!

При ответе, что эфирный ветер всё же есть, полагалось подспудно (в потаённых уголках души, скрывающих гордость за мощь человеческого разума) считать человеческое воображение достаточным для вскрытия сущности устройства природы, поскольку

именно с его помощью выдвигалась гипотеза о существовании неподвижного эфира и его свойств.

А если эфирного ветра всё же нет, то свойства природных явлений надо принимать как данность и не заботиться о том, как из «причин» возникают «следствия», поскольку такое понимание устройства природы теперь оказывалось уже за пределами человеческого воображения (наглядного представления реальности). Действительно, в эти годы физико-математический феноменализм, а впоследствии и уже чисто физический, пришедшие в теоретическую физику, входили в противоречие с уже существовавшим физическим знанием об устройстве природы, основанном на методе аналогии и представимых моделях «механизмов» физических явлений классической физики.

Так на плечах отрицательных опытов по поиску эфирного ветра в физику вошёл физический феноменализм под лозунгом, что «...природа не обязана быть нам понятной». Именно поэтому анализ ключевых работ учёных, вынесенных в заголовок настоящего параграфа, будет вестись с позиции вскрытия компенсационных механизмов явлений, приводящих к «отрицательному» результату в поиске эфирного ветра.

Изначально необходимо констатировать, что в анализируемых опытах было выявлено несколько экспериментальных фактов, которые могут быть объяснены только с позиции существования неподвижного мирового эфира. Их трудно было не заметить как тогда, так и сейчас, так что их игнорирование можно было бы объяснить только тем, что в исследовании природы на первое место выдвинулась теоретическая физика с новым методом исследования природы – математическим феноменализмом. А экспериментальной физике теперь отводилась роль только «проверяльщика» её теорем.

Повторимся: феноменологический принцип относительности представляет собой очень удобное «физическое» основание (положение) с позиции математического формализма. Данное представление (основание) в математической логике формулируется в виде требования сохранения формы записи уравнений (как полноправных представителей законов природы) в процедуре их перевода из

одной инерциальной системы в другую. Это правило (норму логики) обосновывал А. Пуанкаре, а затем использовал Г. Лоренц, работавшая свою «систему уравнений преобразования». Такая формулировка формального принципа относительности, а правильнее сказать, подмена на конечный результат решения математической проблемы (ковариантности уравнений математической физики) прямо приводила к созданию СТО, к превращению гипотетического принципа в основной физический закон природы.

А поэтому указанные положительные экспериментальные факты по поиску эфирного ветра, полученные Д. К. Миллером, вызывали только раздражение, поскольку подрывали корни релятивизма. И эти факты старались не замечать (по сути, они игнорировались), так как это были годы становления СТО и триумфального шествия релятивизма по всему «полю» физической науки.

Действительно, из результата анализа всех экспериментальных работ было выявлено, что:

1. Все постановщики указанных опытов при поворотах интерферометра (и без разворотов прибора) всегда, без какого-либо исключения наблюдали смещение (движение) интерференционных полос, а, следовательно, должна была быть физическая (реальная, материальная) причина, приводящая к этому явлению.

2. Математическая обработка результатов измерений показала, что величина смещений привязана к сидерическому (звёздному) времени и обнаруживает два полных периода на один полный оборот интерферометра.

3. Выявленная в опытах амплитуда смещений была в несколько раз меньше расчётной, которую ожидали получить при постановке эксперимента. Эта особенность относится ко всем анализируемым экспериментам.

4. Было обнаружено, что помимо двух периодических смещений интерференционной картины, приходящихся на один полный оборот интерферометра, одновременно с ними выявляется ещё одно смещение интерференционной картины с периодом, равным одному полному обороту интерферометра (этот эффект стали называть полнопериодическим). Причём было установлено, что величина амплитуды полнопериодического эффекта может быть в

несколько раз больше величины амплитуды эффекта в два периода на один оборот интерферометра.

Экспериментально было выявлено, что их отношение находится в прямолинейной зависимости от числа интерференционных полос, видимых в поле зрения окуляра (см. рисунок 35).

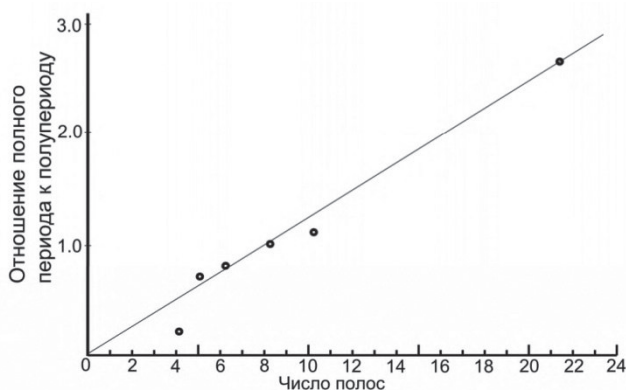


Рис. 35.

5. С самых первых опытов (то есть включая и первый эксперимент А. Майкельсона) наблюдался небольшой по величине эффект постоянного смещения интерференционных полос в одну сторону вне зависимости от того, разворачивали прибор или нет. Причина явления исследователями так и не была установлена, хотя этот эффект мешал (а проще сказать, не позволял) произвести точные измерения величины смещения полос при повороте прибора, а, следовательно, точно определить скорость движения планеты.

Данный эффект был присущ всем интерферометрам и носил систематический характер, в связи с чем исследователи в своих опытах были вынуждены разрабатывать различные методики его «компенсации» в процессе измерения. Например, делалось это с помощью грузиков, которые ложились на одно из плеч интерферометра. Грузики деформировали плечо так, что интерференционная картина на время возвращалась на место. Также приходилось разрабатывать (придумывать) различные методики математической обработки результатов измерений, которые позволяли бы (на фоне

существующего движения полос) сделать определённый вывод о конкретной величине смещения полосы при развороте прибора, а тем самым определить значение скорости движения планеты.

Заметим, что на конференции по экспериментам Майкельсона – Морли, Миллера и других авторов, состоявшейся в обсерватории Маунт-Вилсон (г. Пасадена, Калифорния) 4 и 5 февраля 1927 г., были найдены объяснения практически всем полученным экспериментальным фактам, изложенным выше. Но эти результаты не были должным образом доведены до сведения научной общест-венности. Видимо, причина этому обстоятельству заключалась не столько в отсутствии последователей теории неподвижного эфира (они были тогда, есть и сейчас, но их мало), сколько в ярост-ной активности сторонников феноменологического понимания принципа относительности, отвоёвывавших себе жизненное про-странство.

Самым печальным в этой борьбе было то, что ранее сторон-ников формального принципа относительности поддерживали и вдохновляли признанные авторитеты теоретической физики тех лет, такие как А. Пуанкаре и Г. Лоренц. Причём они не только поддерживали теорию неподвижного эфира и компенсационный характер принципа относительности, но и активно её развивали – и исключительно поэтому многие её положения потом вошли со-ставной частью в СТО.

Заметим, что как раз это обстоятельство позволяет современным исследователям творчества указанных учёных уверенно утвер-ждать, что СТО с самого начала и до конца была создана именно ими. Но это не так, и для доказательства этого достаточно сослать-ся на единственную встречу А. Пуанкаре с А. Эйнштейном, кото-рая произошла в 1911 году на Первом Сольвеевском конгрессе. Не вызывает сомнений, что в частных беседах участники конгресса касались теории относительности, но... После конгресса в пись-ме своему цюрихскому другу, доктору Цангеру, от 16 ноября 1911 года Эйнштейн огорчённо писал: «...Пуанкаре (по отношению к релятивистской теории) отвергал всё начисто и показал, при всей своей тонкости мысли, слабое понимание ситуации». Более того, стоит только сравнить статьи, написанные в те годы А. Пуанкаре и

А. Эйнштейном, как станет очевидной невозможность какого-либо взаимопонимания между ними по целому ряду вопросов теории относительности» [68, 69].

Однако после смерти А. Пуанкаре в 1912 г. ситуация резко изменилась, поскольку Г. Лоренц стал поддерживать феноменологический принцип относительности. Свидетельством тому была всё та же конференция, состоявшаяся в обсерватории Маунт-Вилсон, активным участником которой был Г. Лоренц. Как раз здесь он чётко определил свою позицию убежденного сторонника СТО.

Перечисленные выше обстоятельства привели к тому, что именитых защитников теории неподвижного эфира не стало, тогда как СТО А. Эйнштейна поддерживали ведущие физики того времени, такие как М. Планк, Г. Минковский, П. Ланжевэн, Луи де Бройль и др.

Конечно же, эти учёные знали об экспериментальных фактах, которые были перечислены выше, и хорошо понимали то, что результаты описанных опытов прямо указывали на проявление некоего внешнего космического фактора, которым, вне всяких сомнений, мог быть неподвижный электромагнитный эфир. Но этот яркий прецедент мог подорвать веру других учёных в феноменологический принцип относительности и тем самым оставить его на уровне вероятного знания о природе, то есть в первозданном виде не верифицируемой гипотезы Г. Галилея. А это могло разрушить позиции математики в теоретической физике, поэтому они молчали об этих фактах, поскольку были больше математиками, чем физиками. Только поэтому результаты опытов больше нигде и никогда не обсуждались, поскольку данная конкретика могла бы серьёзно помешать развитию релятивизма (а по сути – математическому феноменализму), который уже пустил корни в теоретической физике, причём их прямыми усилиями.

17.2. Анализ факторов, влияющих на работу интерферометра Майкельсона

Анализ рассматриваемых опытов показывает, что теория эксперимента А. Майкельсона, как и сам интерферометр, только на пер-

вый взгляд кажутся достаточно простыми и прозрачными (естественными) для понимания (см. главу 14 под названием «Опыт Майкельсона»). По этому поводу достаточно процитировать высказывание Макса Планка: «В этом опыте все обстоятельства настолько просты, а метод измерения настолько чувствителен, что влияние движения Земли должно было проявиться с полной отчетливостью. Но ожидавшийся эффект вовсе не получился» [70].

Из приведённого высказывания становится понятным, что именно кажущаяся простота опыта и элементарная однозначность его теории явились причиной неверной оценки решаемой проблемы и её результата. Однако более детальное рассмотрение теории эксперимента выявляет несколько «подводных камней», которые и по сей день вызывают неподдельный интерес у исследователей природы.

А. Один из таких теоретических «камней» связан с доказательством В. Фельтманом независимости любых интерференционных явлений от движения Земли, а также с контракционной гипотезой Фитцджеральда – Лоренца, согласно которым любой эксперимент, основанный на движении света по замкнутому пути, должен дать нулевой результат.

В современной физике, в связи с данными теоретическими положениями, любые опыты по измерению абсолютной скорости движения Земли, в которых путь света замкнут, рассматриваются именно с этой позиции.

Иными словами, при рассмотрении (анализе) таких экспериментов, как опыт Майкельсона (или подобных ему), полагают, что в них регистрируется и тем самым доказывается не нулевой результат измерения абсолютной скорости движения нашей планеты, а справедливость гипотезы Фитцджеральда – Лоренца. В связи с чем опыты подобного рода не могут представлять собой «решающий эксперимент» (*experimentum crucis*) в качестве доказательства наличия эфирного ветра или его отсутствия.

Следует специально отметить, что в своих опытах Д. К. Миллер изготавливал плечи интерферометра из самых разных материалов, пытаясь доказать ошибочность «контракционной» гипотезы, поскольку только с этой позиции положительные результаты его экспериментов становились значимыми.

В экспериментах с несколькими такими приборами он достаточно чётко показал, что результаты измерений, полученных с их помощью, всегда оставались прежними и не зависели от материала, из которого были изготовлены интерферометры.

Однако по большому счёту, следует признать, что такими опытами нельзя ни доказать, ни опровергнуть указанную гипотезу, даже если при использовании разных материалов были получены совпадающие результаты. Действительно, в таком случае прежде всего нужно будет доказать идентичность реакции материалов, используемых в конструкции интерферометра, на все факторы окружающей среды, действующие на них (материалы). А это в принципе невозможно сделать, поскольку материалы разные и обладают разными физическими свойствами. К тому же неизвестно количество самих факторов, как неизвестно и их взаимное соотношение между собой в деле эффективного воздействия на материалы во время проведения опыта. В связи с чем независимость результатов измерений от материала интерферометра, из которого он был изготовлен, полученных в двух или нескольких опытах, может быть делом случая.

Однако если признавать справедливость общепризнанной гипотезы Фитцджеральда – Лоренца (которая также следует из СТО) и реальность её существования в природе, то возникает вопрос, а какими же тогда причинами обусловлено (вызвано) фактически наблюдаемое смещение интерференционных полос в положительных экспериментах Д. К. Миллера и других исследователей?

Если основной фактор, эффект от действия которого планировал измерить А. Майкельсон, был скомпенсирован пропорциональным сокращением плеч интерферометра (гипотеза Фитцджеральда – Лоренца), то что за источник (причина) смещения интерференционных полос (изначально не замеченный постановщиками эксперимента) вдруг стал обнаруживать себя в опытах Д. К. Миллера?

То, что это был неучтённый фактор (или даже не видимый для исследователя), указывает небольшая величина наблюдаемого эффекта (полученная из математической обработки результатов замеров), поскольку его воздействие на смещение интерференционных полос оказалось много меньше известного расчётного результата,

вычисленного по теории А. Майкельсона. Видимо, возможность его появления в реальном эксперименте была настолько иллюзорной, что автор интерферометра просто не обратил внимания на эту особенность своего измерительного прибора.

Так что же это был за фактор, который пришёл на смену предполагаемой причине смещения интерференционных полос? Заметим, что реальность смещения полос никогда и никем не оспаривалась. О сфабрикованности результатов измерений, о подлоге речь никогда не велась. Авторитет авторов приведённых выше опытов как превосходных и искуснейших экспериментов был непререкаем. Так что же изначально было упущено в теории работы интерферометра, на какую конкретную причину (или особенность конструкции прибора) не обратили внимание А. Майкельсон и его последователи?

Б. На наличие одной из таких причин, влияющей на работу интерферометра и связанной с измерением абсолютной скорости Земли, указал профессор В. Хикс. В 1902 г. он дал детальную теорию опыта А. Майкельсона, в которой констатировал, что помимо фактора, связанного с разностью времени распространения света вдоль движения планеты и перпендикулярно ему (назовём этот фактор линейным смещением интерференционных полос), в интерферометре действовала ещё одна причина, также зависящая от абсолютной скорости движения Земли. В. Хикс связывал её с особенностями отражения света от движущихся зеркальных поверхностей.

Заметим, что сам Д. К. Миллер, потративший практически все свои активные годы жизни на доказательство существования эфира, в полном объёме поддерживал эти теоретические исследования В. Хигса, но, как это ни странно, никогда не воспользовался ими на практике [71].

Справедливости ради отметим, что указанное направление исследований было ранее начато профессором А. Риги. Именно он впервые опубликовал серию статей, разрабатывая теорию интерферометра в деталях. В своих работах А. Риги доказывал, что выводы, сделанные А. Майкельсоном, не подкреплены соответствующей теорией, описывающей детальную работу измерительного

прибора, используемого для измерения скорости эфирного ветра. Действительно, в теории работы интерферометра бралась во внимание только одна из возможных причин смещения интерференционных полос, тогда как были и другие факторы, влияющие на результат измерений движения Земли. Например, вариации частоты света при отражении от движущейся поверхности или изменение угла отражения, упоминавшееся выше.

Соглашаясь с этим фактом в принципе, Д. К. Миллер на конференции, состоявшейся в обсерватории Маунт-Вилсон, тем не менее всё же возражал против теории А. Риги. Он утверждал, что теория правильна только абстрактно, поскольку не имеет дела с реальными явлениями, возникающими в интерферометре, в сравнении с тем, как это следовало из теории В. Хикса. Д. К. Миллер полагал, что этот вопрос требует дальнейшего углублённого исследования, как это было предложено здесь же на конференции профессором Е. Р. Хедриком (Калифорнийский университет, Лос-Анжелес), соратником В. Хигса.

Д. К. Миллер утверждал, что именно в теории В. Хикса принимается во внимание факт практического небольшого наклона зеркала « Z_1 » на угол φ в одном из плеч интерферометра относительно отражения в зеркале « Z » плоскости зеркала « Z_2 », находящегося во втором его плече (как показано пунктирной линией на рисунке 36). Для наглядности отражение в зеркале « Z » плоскости зеркала « Z_2 » на рис. 36 показано прямой линией. Это положение зеркала Z_2 может отстоять от зеркала Z_1 на расстоянии d . То есть расстояние d является не чем иным, как разностью длин плеч интерферометра.

Действительно, одно из зеркал (Z_1) в интерферометре А. Майкельсона (см. рис. 25) слегка отклонено так, что плоскости зеркал Z_1 и Z_2 не являются взаимно перпендикулярными.

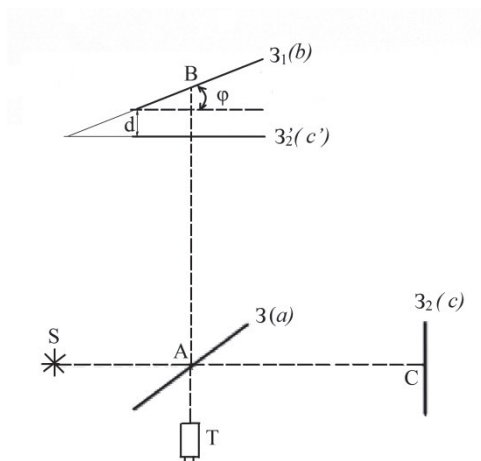


Рис. 36.

Это обстоятельство приводит к тому, что их референтные плоскости (напомним, что референтными плоскостями называются изображения зеркал 3_1 и 3_2 в полупрозрачном зеркале 3) не будут параллельны друг другу, образуя между собой как бы грани зеркального клина.

Угол при вершине клина (реальный угол отклонения зеркала 3_1 от плоскости, перпендикулярной к лучу 8, как показано на рис. 25 и 36) в приборах Д. Миллера (по его заявлению) лежал в пределах от 0 до 4 угловых секунд $\{\varphi = (0 \div \pm 4'')\}$.

Из геометрической оптики известно, что только с помощью клина, грани которого выполнены из частично прозрачного материала, можно получить интерференционные полосы равной толщины (см. явление интерференции в тонких пленках). Указанный приём получения интерференционных полос равной толщины как раз и используется в интерферометре А. Майкельсона.

Согласно теории А. Майкельсона, именно величина смещения интерференционных полос, пропорциональная скорости движения планеты относительно эфира, служит реальным индикатором этого движения. Этот метод измерения использовался всеми исследователями проблемы эфирного ветра.

Развивая идею невазимной перпендикулярности зеркал, Д. Миллер утверждал:

«Это совершенно необходимо для получения прямых полос конечной ширины». Вычисления Риги основаны на предположении, что b и c (см. рис. 36) в точности параллельны, что могло бы произвести полосы бесконечной ширины; таким образом, его критика не применима к реальному случаю.

Когда b и c наклонены друг к другу, истинный эфирный ветер даст дополнительный эффект, предсказанный Хиксом и являющийся периодическим в полном обороте аппарата. Хикс вычислил его величину, показав, что она зависит от угла между b и c . Эффект возрастает с возрастанием угла и уменьшением ширины полос.

Поскольку искомое нами смещение за счет эфирного ветра должно быть периодическим в каждом полуобороте, то мы вправе исключить полнопериодический эффект. Это выполнено графическим представлением одиночных наблюдений, оборот за оборотом интерферометра; эти кривые проанализированы механическим гармоническим анализатором, и вторая гармоника (эффект полуоборота) представлена как отражающая собой эфирный ветер.

При наличии влияния эфирного ветра необходимо присутствует эффект полного оборота по Хиксу, и его присутствие может считаться еще одним свидетельством наличия эфирного ветра.

Величина и фаза эффекта полнопериодических смещений изменяются, так как зависят от регулировки зеркал так же, как и от эфирного ветра. Очевидно, что величина эффекта различна для разных серий наблюдений.

Эффект полупериода, с другой стороны, характеризуется постоянной величиной. Полнопериодическое смещение невелико, когда ширина полос такова, что пять из них покрывают зеркало, имеющее диаметр 10 см. При других условиях, однако, смещение может быть очень большим.

Эффект полного периода не нов, он всегда присутствовал во всех экспериментах. Он присутствует и в первичных наблюдениях Майкельсона» [72,73].

В приведённой выше цитате изложены все основные особенности наблюдаемого полнопериодического эффекта, который разительно отличается от эффекта полупериода, повторяющегося при каждом полуобороте аппарата. Выявленные различия заключались не только в их периодичности, но и в том, что величину полнопериодического эффекта можно было целенаправленно изменять с помощью угла установки одного из зеркал интерферометра.

Уже только эти два вместе взятые отличия вызывали определённое недоверие к полнопериодическому эффекту у учёных того времени, а поэтому его не использовали для целей измерения скорости планеты и даже принимали специальные меры для полного устранения (исключения) из наблюдения.

Действительно, согласно общепринятой теории А. Майкельсона, существуют два симметричных положения плеч интерферометра относительно вектора скорости движения планеты. Эта симметрия приводит к двум полным периодам смещения интерференционных полос, приходящимся на один оборот интерферометра при его вращении вокруг вертикальной оси. Тогда как один период смещения полос, инициируемый лишь только одним полным оборотом вращения прибора, уже противоречит данной симметрии. При этом в эффекте в полпериода (по А. Майкельсону) величина смещения полос зависит только от разности времён прохождения светом плеч интерферометра, которая определяется только скоростью движения планеты и ни от чего другого больше не зависит. Тогда как в эффекте полного периода величина смещения полос прямо пропорционально зависит от числа интерференционных полос, видимых в окуляр телескопа интерферометра. А это число можно искусственно изменять, и именно это обстоятельство настораживало исследователей.

Но эффект был реален, он присутствовал во всех экспериментах с интерферометрами, выполненными как Д. К. Миллером, так и другими исследователями (это было указано во всех отчётах по проведённым опытам). Данное обстоятельство свидетельствовало о значительной научной важности обнаруженного нового фактора в деле измерения скорости эфирного ветра, и тем не менее Д. К. Миллер игнорировал его скрупулёзное изучение.

В рассматриваемых обстоятельствах особенно примечательным было то, что в них представлена иная причина смещения интерференционных полос, которая ранее вообще никогда не упоминалась в теории работы интерферометра. Причём на практике по величине проявления эффект от действия нового фактора значительно превышал смещение полос, вычисленное по прежней теории А. Майкельсона, а в некоторых случаях размер превышения был больше даже в разы (см. рис. 35), что непременно должно было бы вызывать к нему должный интерес, но тем не менее...

И хотя на упомянутой выше конференции, состоявшейся в обсерватории Маунт-Вилсон, о самом эффекте и его особенностях было сделано несколько докладов, но, как уже было отмечено, он никогда не использовался на практике для целей выявления эфирного ветра. Без какого-либо исключения можно смело утверждать, что все работы по поиску эфирного ветра всегда сводились только к поиску и измерению эффекта в пол-оборота интерферометра. А поскольку эффект в пол-оборота был незначителен по величине и трудно выявляем из набора получаемых экспериментальных данных, то его наличие связывали с ошибками измерений, а, по сути, просто отрицали. Для теоретического обоснования этого вывода использовали положения СТО (принципиальное безапелляционное отрицание) или контракционную гипотезу Фитцджеральда – Лоренца (физическую компенсацию).

Г. А. Лоренц (в то время уже последовательный сторонник СТО и главный теоретик конференции) рассматривал все представленные экспериментальные работы только с позиции теории интерферометра, предложенной А. Майкельсоном. Поэтому его результаты анализа работ, доложенных на конференции, сводились (согласно его твёрдому убеждению) только к теоремам СТО, к её основному выводу о сокращении линейных размеров тел в процессе их движения, т.е. к контракционной гипотезе. Он был решительно уверен в том, что в связи с сокращением размеров, любой из созданных интерферометров ничего не мог показать в процессе измерения. Он утверждал: «Если меня спросят, рассматриваю ли я это сокращение как реальность, я отвечу «да». Она такая же реальность, как все, что мы наблюдаем» (см. сноску на лит. источники).

Однако именно он (Г. А. Лоренц) здесь же, на этой самой конференции, отметил особую важность эффекта в полный оборот интерферометра. В этом отношении будет уместно привести выдержку из его выступления, которое было сделано им во время дискуссии, возникшей при рассмотрении данной проблемы: «Теперь я хотел бы сделать несколько замечаний по поводу эксперимента Миллера. Я считаю, что существует серьезная проблема, связанная с эффектом, периодическим для полного оборота аппарата, и сброшенная со счетов Миллером, подчеркивающим значение эффекта полупериода, т. е. повторяющегося при полуобороте аппарата, и касающаяся вопроса об эфирном ветре.

Во многих случаях эффект полного периода значительно больше эффекта полупериода. По Миллеру, эффект полного периода зависит от ширины полос и будет нулевым для неопределенно широких полос.

Хотя Миллер утверждает, что он смог исключить этот эффект в значительной степени в своих замерах в Кливленде, и это можно легко объяснить в эксперименте, я хотел бы более четко понять причины этого.

Говоря в данный момент как приверженец теории относительности, я должен утверждать, что такого эффекта вовсе не существует. Действительно, поворот аппарата в целом, включая источник света, не дает какого-либо сдвига с точки зрения теории относительности. Никакого эффекта не должно быть, когда Земля и аппарат находятся в покое. По Эйнштейну, такое же отсутствие эффекта должно наблюдаться для движущейся Земли. Эффект полного периода, таким образом, находится в противоречии с теорией относительности и имеет большое значение.

Если Миллер обнаружил систематические эффекты, существование которых нельзя отрицать, важно также узнать причину эффекта полного периода» [74].

В выступлении Г. А. Лоренца необходимо отметить, что он как истинный сторонник СТО предлагает научной общественности обратить серьезное внимание на новое физическое явление – на эффект полного периода, о наличии которого он ранее даже и не подозревал. При этом он прямо указывает, что это явление нахо-

дится в явном противоречии со СТО, а поэтому считает необходимым его специальное детальное изучение. Действительно, если эффект в пол-оборота объясним с любых позиций, в том числе и со стороны СТО, то эффект полного оборота объяснить с позиции СТО невозможно, поскольку неизвестны его истинные физические причины.

Здесь (в этой книге) будет приведена только краткая теория этого эффекта, без полного описания доказательств его обоснования, поскольку цель и объём книги этого не позволяют сделать. Укажем лишь на суть эффекта, которая понадобится в дальнейшем при изложении проблемы, связанной с вопросом реальности существования принципа относительности. К тому же теория полнопериодического эффекта (его физическая основа и математика) достаточно хорошо изложена в оригинальных работах цитируемых выше авторов.

17.3. Полнопериодический эффект

Природа (или сущность) эффекта состоит в том, что в теории неподвижного эфира угол отражения света от плоской поверхности одновременно зависит от скорости и ориентации движущейся пластинки (или зеркала) относительно как эфира, так и луча света.

По своей физической сути рассматриваемый эффект очень похож на хорошо известное в астрофизике явление звёздной абберации света. По абсолютному значению угол абберации сам по себе достаточно мал. Тангенс данного угла равен отношению скорости движения планеты к скорости света, т.е. он относится к оптическим эффектам первого порядка. При этом отметим, что величина изменения угла отражения света от движущейся поверхности оказывается примерно того же значения, т.е. эффект относится к оптическим явлениям первого порядка. Иными словами, рассматриваемый эффект по своей величине может значительно превышать результат сдвига интерференционных полос, который следует из теории интерферометра А. Майкельсона.

Данное обстоятельство связано с тем, что этот угол «абберации» складывается или вычитается (в зависимости от ориентации плеч

интерферометра относительно вектора скорости движения нашей планеты) с таким же небольшим по величине углом, который устанавливается между концевыми зеркалами плеч интерферометра во время его регулировки.

Угол «установки» зеркал образует оптический клин, о котором говорил Д. Миллер. Этот угол заложен в конструкцию интерферометра Майкельсона для создания интерференционных полос, необходимых для отсчёта показаний.

Напомним, что с помощью угла между зеркалами интерферометра как раз и создаются необходимые для измерения интерференционные полосы (линии равной толщины). А выявленное обстоятельство, то есть увеличение угла или его уменьшение при движении относительно эфира, приводит к увеличению или уменьшению количества интерференционных полос, видимых в окуляр телескопа интерферометра.

Изменение числа полос проявляется (наблюдается) в их кажущемся «сдвиге» относительно шкалы прибора. Допустим, что на участке шкалы в 10 см было видно 5 полос, а после поворота прибора полос стало 6. Добавление 1 полосы приводит как бы к передвижению (смещению) прежних полос вдоль шкалы прибора. Причём величина смещения будет зависеть от номера наблюдаемой полосы. Так, первая полоса сместится всего на 0,4 см, тогда как 5 полоса переместится уже почти на 2 см. Но, к большому сожалению, интерференционные полосы не пронумеровать, поскольку они находятся в постоянном движении.

Для ясного представления изложенного выше материала, напомним, что из геометрической оптики известно интерференционное явление, наблюдаемое в тонких плёнках, получившее название «полос равной толщины». Явление возникает (реализуется) на отражающих поверхностях, находящихся под небольшим углом друг к другу. Ширина Δy возникающих интерференционных полос определяется уравнением:

$$\Delta y = \frac{\lambda}{2\alpha \cos \theta} \quad (67),$$

где: Δy – ширина интерференционной полосы, λ – длина световой волны, падающей на клиновидную поверхность, α – величина

угла при вершине оптического клина, θ – угол падения световой волны на отражающую поверхность.

В своих опытах Д. Миллер устанавливал такой угол между зеркалами, чтобы 5 интерференционных полос покрывали зеркало, имеющее диаметр 10 см. В этом случае, согласно приведённому уравнению, угол между поверхностями зеркал в интерферометре (α) при нормальном падении света на поверхность ($\theta = 0,0$ радиан) для жёлтой линии натрия ($\lambda = 590$ нм. и $\Delta y = 2$ см) составляет всего $0,1475 \cdot 10^{-4}$ радиан. Заметим, что этот угол состоит из алгебраической суммы нескольких углов, что станет понятным из нижеследующего текста. Для сравнения укажем, что угол звёздной аберрации равен $1 \cdot 10^{-4}$ радиан.

Приведём соответствующие выдержки из доклада Е. П. Хендрика, поясняющие возникновение указанного эффекта (изменения угла падения света). Рассмотрим движение зеркала А (см. рис. 36).

Обозначим скорость света относительно неподвижного эфира через c , а скорость движения зеркала через v . Вектор скорости движения зеркала v совпадает с направлением распространения света. Зеркало отображено прямой АВ. Рисунок 37 иллюстрирует ниже описываемую ситуацию.

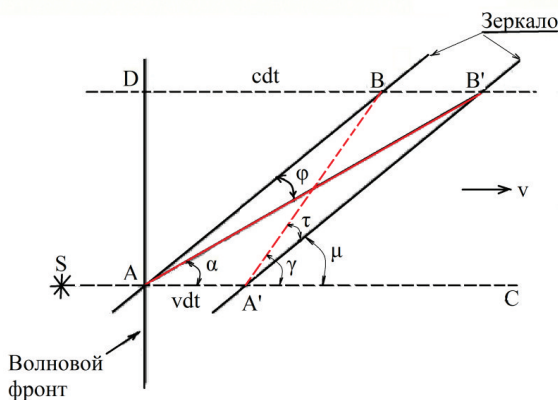


Рис. 37.

Определим угол установки зеркала ВАС через μ , а $\text{tg } \mu = h$. В этом случае h также означает тангенс угла наклона зеркала к направлению вектора его движения, показанного стрелкой V . (Заметим, что в интерферометре А. Майкельсона $h = \text{tg } \mu = 45^\circ$). На рис. 37 прямая AD представляет фронт волны, движущейся на зеркало AB со скоростью c .

Необходимо вычислить угол $\angle BAV' = \varphi$, который представляет собой изменение установочного угла $\angle BAC = \mu$ вследствие движения зеркала AB относительно эфира.

В то время как зеркало движется от AB к $A'B'$ и проходит расстояние $AA' = vdt$, часть волны от D проходит расстояние $DB' = cdt$. Следовательно, обозначая угол $\angle A'AB'$ через α , получим:

$$\text{tg } \alpha = \frac{AD}{DB'} = \frac{DB \cdot h}{cdt} = \frac{(cdt - vdt)h}{cdt} = \left(1 - \frac{v}{c}\right)h = (1 - \beta)h \quad (68),$$

где: $\beta = v/c$; $\mu = (\alpha + \varphi)$ – установочный угол наклона зеркала AB .

В интерферометре Майкельсона для зеркала AB угол $\mu = 45^\circ$, а $\text{tg } \mu = 1$. Для других зеркал интерферометра установочный угол имеет другие значения, и в этом случае надо пользоваться формулой:

$$\text{tg } \alpha = (1 - \beta) \text{tg } \mu \quad (69).$$

В обоих рассматриваемых случаях угол α определяет положение эквивалентного подвижного зеркала AB' .

В качестве примера можно вычислить значение угла φ для зеркала AB в интерферометре Майкельсона. Для этого воспользуемся тригонометрическим тождеством для $\text{tg } \mu = \text{tg}(\alpha + \varphi)$ и распишем его отдельно как тангенс суммы двух углов. При этом можно воспользоваться уравнением (68), и, учитывая, что $h = 1$, находим, что $\text{tg } \varphi = \beta/2$. Вследствие малости значения $\beta = v/c = 10^{-4}$ (для орбитальной скорости Земли), можно считать значение угла $\angle BAV'$ равным $\beta/2$, или

$$\varphi = \beta/2 \quad (70).$$

Иными словами, если зеркало AB покоится относительно эфира, то $\text{tg } \alpha = \text{tg } \mu$, так как $\beta = 0$ (см. формулу (68)), и отражённый от него луч света будет параллелен прямой AD . Но если зеркало AB находится в движении относительно эфира в направлении вектора

v , то $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} (\mu - \varphi)$, и луч света будет составлять с прямой AD угол φ .

Для скорости $v = 30$ км/с угол φ будет равен $0,5 \cdot 10^{-4}$ радиан, и, как было указано выше, он сопоставим с углом установки наклона одного из зеркал (зеркало 3_1) в интерферометре А. Майкельсона (см. рис. 25).

Аналогично А'В есть положение эквивалентного подвижного зеркала для луча света, приходящего с направления, противоположного вектору v . Если мы обозначаем угол СА'В через γ , то получим $\operatorname{tg} \gamma = (1 + \beta) \cdot \operatorname{tg} \mu = (1 + \beta) h$ (см. рис. 37). Если обозначить угол ВА'В' через τ , то он, по аналогии с вышеприведёнными рассуждениями, будет также равен $\beta/2$ [74].

$$\tau = \beta/2 \quad (71).$$

Применительно к интерферометру Майкельсона, воспользуемся только этими (изложенными выше) выводами Е. П. Хендрика, доказывающими наличие изменения угла отражения света от движущегося зеркала. Они в свою очередь являются также и обоснованием существования полнопериодического эффекта смещения интерференционных полос. Причём это доказательство точно такого же свойства, как и аргументация, которую использовал А. Майкельсон как при создании интерферометра, так и при обдумывании своего опыта.

Здесь, в этой книге, вся теория полнопериодического эффекта приводиться не будет ввиду громоздкости математических построений. Подтверждение реальности существования эффекта будет дано с помощью графических построений, которые достаточно легки для восприятия и понимания сути.

На рисунке 38 рассмотрен случай орбитального движения планеты, когда вектор линейной скорости интерферометра v (а это есть скорость движения Земли относительно эфира) перпендикулярен плоскости, проходящей через ось Земли и точку, находящуюся на линии пересечения этой плоскости с поверхностью планеты, в которой находится прибор. Иными словами, в месте нахождения интерферометра вектор орбитальной скорости движения Земли перпендикулярен направлению на север. Орбитальное движение

Земли было взято в силу традиции, как это делали авторы знаменитых опытов, то есть как очевидная скорость движения планеты в пространстве. Это с одной стороны, а с другой – с целью сопоставления приводимых теоретических изысканий с результатами их экспериментов.

На рисунке 38 даны схемы движения света в интерферометре Майкельсона для четырёх его положений, взятых относительно направления на север. Первое положение соответствует ориентации прибора, когда телескоп (Т) интерферометра направлен строго на север $N(0^\circ)$.

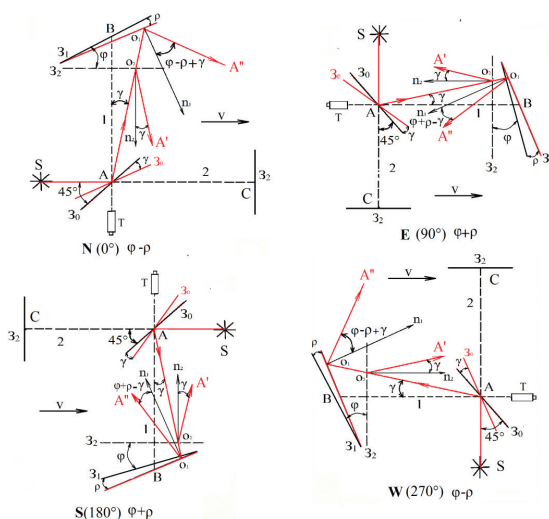


Рис. 38.

Напомним, что положение прибора (ориентация) производится относительно точки севера и определяется по направлению, куда «нацелена» труба телескопа интерферометра. Этот способ измерения углов поворота интерферометра был принят всеми авторами опытов по измерению эфирного ветра. Положительный отсчёт угла поворота прибора принимается против хода часовой стрелки.

В положении $N(0^\circ)$ (см. верхнюю правую схему рис. 38) вектор скорости v движения интерферометра относительно эфира

перпендикулярен первому его плечу АВ. В этом случае зеркало А ($З_0$) (согласно доводам Е. П. Хендрика) отразит луч света под углом γ к оси симметрии этого плеча интерферометра (АВ). Такое происходит вследствие «поворота» плоскости зеркала на угол γ (в положение эквивалентной плоскости), поскольку оно находится в движении (см. формулы (68) и (69)).

Концевое зеркало В ($З_1$), которое расположено на конце первого плеча прибора под установочным углом ϕ к его оси симметрии (АВ), отразит свет уже под углом $(\phi - \rho + \gamma)$ к своей нормали n_1 вследствие «изменения» положения своей отражающей эквивалентной плоскости на угол ρ , поскольку оно находится в движении (см. формулу (69)). Иными словами, если учесть все указанные «дополнительные повороты» отражающих плоскостей указанных зеркал, то луч света опишет траекторию S, A, O_2, O_1, A'' , последний участок которой ($O_1 A''$) будет расположен под углом $2(\phi - \rho) + \gamma$ к оси симметрии (АВ) первого плеча интерферометра.

Напомним, что установочный угол ϕ необходим для получения интерференционных полос, и его величина выбирается экспериментатором в зависимости от его личностных предпочтений: сколько полос он захочет видеть в окуляр телескопа, такой угол он и установит. Однако это возможно сделать только в случае, если интерферометр не движется относительно эфира. А поскольку интерферометр находится в движении, то экспериментатор может установить лишь разницу между углами ϕ и ρ , причём ещё и с учётом ориентации плеч прибора в момент его юстировки (регулирования) относительно вектора скорости движения планеты.

Действительно, соотношения величин углов ϕ и ρ он не только не знает, но и в принципе не может знать, поскольку реальная скорость планеты и её направление ему неведомы. Но тем не менее это соотношение между углами будет адекватно именно числу интерференционных полос, которое экспериментатор устанавливает, видя их в окуляр телескопа.

При этом отметим, что количество интерференционных полос, которое экспериментатор видит в окуляр телескопа, определяется шириной каждой полосы. Чем меньше ширина полосы, тем больше полос разместится на единице длины отражающей поверхности

зеркала В (см. рис. 38). Именно на этой поверхности локализованы интерференционные полосы, которые видны в окуляр телескопа.

Изложенные выше теоретические построения подтверждает цитата из работы Д. К. Миллера: «Расширенные лабораторные эксперименты показали, что полнопериодический эффект, упоминавшийся в предварительном сообщении о наблюдениях в Маунт-Вилсоновской обсерватории, является непрямым геометрическим следствием такого расположения зеркал, при котором используются интерференционные полосы конечной ширины, и что эффект исчезает только для полос бесконечной ширины, как это и предполагалось в простой теории эксперимента» [75].

Ширина каждой интерференционной полосы вычисляется согласно формуле (67), то есть

$$\Delta y = \frac{\lambda}{2\alpha \cos \theta} \quad (67*),$$

где: α – величина угла при вершине оптического клина,
 θ – угол падения световой волны на отражающую поверхность.

Для угла α , близкого к нулю (когда плоскости концевых зеркал почти перпендикулярны друг к другу), ширина интерференционной полосы стремится к бесконечности.

В случае, когда телескоп направлен на север N (0°) или запад W (270°), в формуле (67*) угол при вершине оптического клина α является углом φ - ρ , как это показано на рис. 38. Таким образом, $\alpha = \varphi - \rho$.

При этом угол ρ может быть вычислен по формуле (69). Согласно этой формуле:

$$\operatorname{tg} \rho = (1 - \beta) \operatorname{tg} \varphi.$$

А поскольку угол φ достаточно мал (в опыте Д. Миллера он был равен нескольким угловым секундам), то $\operatorname{tg} \varphi = \sin \varphi = \varphi$, следовательно $\rho = (1 - \beta) \varphi$.

Подставим это значение в формулу для вычисления угла α , получим:

$$\alpha = \varphi - \rho = \varphi - (1 - \beta) \varphi = \beta \varphi. \quad (72).$$

В формуле (67*) θ – угол падения световой волны на отражающую поверхность – является суммой углов φ - $\rho + \gamma$, показанных на рис. 38.

С учётом формулы (70), в которой φ и γ – одни и те же углы, угол $\gamma = \beta/2$.

Следовательно, $\theta = \varphi - \rho + \gamma = \beta \varphi + \gamma = \beta \varphi + \beta/2 = \beta(\varphi + 1/2) = \beta/2$ (73).

Для интерферометра в положении на север N (0°), учитывая значения углов θ и α , ширина полос определится из уравнения:

$$\Delta y = \frac{\lambda}{2\alpha \cos \theta} = \frac{\lambda}{2\beta \varphi \cos \theta} = \frac{\lambda}{2\beta \varphi} \quad (73).$$

Здесь учтена малая величина угла $\theta = \beta/2$. При $\beta = 10^{-4}$ значение $\cos \theta \cong 1$.

Из рис. 38 следует, что в западном положении интерферометра W (270°) ширина интерференционных полос также будет соответствовать формуле (73).

Но в положениях S(180°) и E(90°) ширина полосы будет определена уже по другой формуле, так как $\alpha = \varphi + \rho = \varphi + (1 - \beta) \varphi = (2 - \beta) \varphi$. При этом:

$$\Delta y = \frac{\lambda}{2\alpha \cos \theta} = \frac{\lambda}{2(2 - \beta)\varphi \cos \theta} = \frac{\lambda}{4\beta \varphi} \quad (74).$$

Из формулы (74) следует, что ширина полос уменьшится в 2 раза, т.е. в этих положениях интерферометра в окуляр телескопа будет видно, что число интерференционных полос удвоилось.

Эту особенность, связанную с изменением ширины полос, в своих экспериментах отмечали многие экспериментаторы. Вот что писал Д. К. Миллер о наблюдениях за движением интерференционных полос и измерением их перемещений: «Отсчет определялся по мгновенной визуальной оценке; совершенно непрактично применять какие-либо шкалы в поле зрения, потому что ширина полос подвержена небольшим вариациям» [76].

Ранее уже указывалось, что изменение числа полос проявляется (наблюдается) в их кажущемся «сдвиге» относительно шкалы прибора. Слово «сдвиг» взято в кавычки потому, что реальное перемещение полос обусловлено не разностью времени распространения света вдоль и поперек направления движения Земли, как это следует из теории А. Майкельсона, а изменением реальной ширины каждой из интерференционных полос. Причём утверждалось, что

фактический сдвиг полос зависит от того, какой именно участок зеркала рассматривается в телескоп.

Покажем это на примере. Если рассматриваемый участок зеркала с видимыми на нём полосами был бы расположен ближе к грани оптического клина (к месту пересечения отражающих поверхностей), то величина смещения полос при вращении прибора будет меньше величины перемещения полос, которые расположены на большем расстоянии от неё.

Рисунок 39 (позиция С) иллюстрирует это утверждение. На нём (для наглядности) показаны две системы полос разной ширины, которые расположены одна над другой. Верхние полосы (показано красным цветом) в два раза уже (тоньше) нижних полос (показанных черным цветом). Верхние и нижние полосы пронумерованы. Если наблюдатель, глядя в телескоп интерферометра, обращает внимание только на вторую полосу, то при повороте интерферометра с изменением угла α произойдёт преобразование её ширины, и вследствие этого ему будет казаться, что полоса сместилась на расстояние Δ_1 . Если же наблюдатель при тех же условиях опыта будет фиксировать смещение пятой полосы Δ_2 , то её перемещение (как это видно из рис. 38, позиция С) будет в 4 раза больше смещения Δ_1 .

Какой именно участок интерференционной картины рассматривается в телескоп, зависит от того, как точно выверены длины плеч интерферометра, на концах которых установлены зеркала. Если длины плеч тождественны друг другу, то рассматривается участок картины, который расположен ближе к ребру оптического клина. В этом случае «смещение» интерференционных полос будет соответствовать варианту Δ_1 . А если длины плеч интерферометра разнятся на величину d (см. рисунок 35), то рассматриваемый участок интерференционной картины будет находиться от грани оптического клина примерно на расстоянии $d/\operatorname{tg}\varphi$. Тогда как этот случай «смещения» интерференционных полос будет соответствовать варианту Δ_2 .

Но к большому сожалению, экспериментаторы не занимались этими исследованиями (как и не измеряли ширину полос). Это обстоятельство было связано с тем, что интерференционные полосы

нельзя пронумеровать, прикрепив к ним соответствующие «бирки с номерами». Это можно понять, если посмотреть на фотографию полос, видимую в окуляр телескопа (см. рис. 32). На рисунке 32 на левом фото изображены полосы, которые в 2 раза тоньше полос, изображённых на правом фото.

К тому же экспериментаторы отмечали, что полосы находятся в постоянном движении, что делало невозможной их индивидуальную идентификацию. Они наблюдали смещение выбранной интерференционной полосы (грань между светлой и черной частью изображения полосы) относительно стрелки, закреплённой на зеркале интерферометра. При этом не делался точный замер ни ширины полосы, ни их количества, которые были видимы в окуляр телескопа, поскольку замер длился несколько секунд.

В связи с изложенным выше, необходимо пояснить, что рассматриваемый случай касается только вращения интерферометра, находящегося в движении относительно эфира. Если же интерферометр не вращается (в этом примере не важно, движется он относительно эфира или нет), но при этом одно из его концевых зеркал начнет перемещать параллельно самому себе вдоль оптической оси плеча интерферометра, то интерференционные полосы будут перемещаться строго пропорционально величине перемещения зеркала. Естественно, что при этом ширина самих полос будет оставаться неизменной.

Приведённые выше обстоятельства теоретически обосновывают механизм образования полнопериодического эффекта. На рисунке 39 (позиция А) на графике по вертикали отложены значения углов α для $\varphi + \alpha$ и $\varphi - \rho$, которые определяют ширину интерференционных полос, а следовательно величину их смещения (наблюдаемый эффект). А по горизонтальной оси даны положения интерферометра относительно направления на север: N (0°), E (90°), S (180°) и W (270°). Этот график чётко иллюстрирует наличие полнопериодического эффекта, связанного с вращением интерферометра. Необходимо отметить, что в процессе измерения фиксировались две зависимости. Одна была связана с определением величины смещения полос как функции угла поворота интерферометра относительно направления на север. Другая зависимость была свя-

зана с определением положения интерферометра (азимута) как функции относительно величины смещения полос (выяснялось, на какие значения азимута приходилось максимальное смещение интерференционных полос).

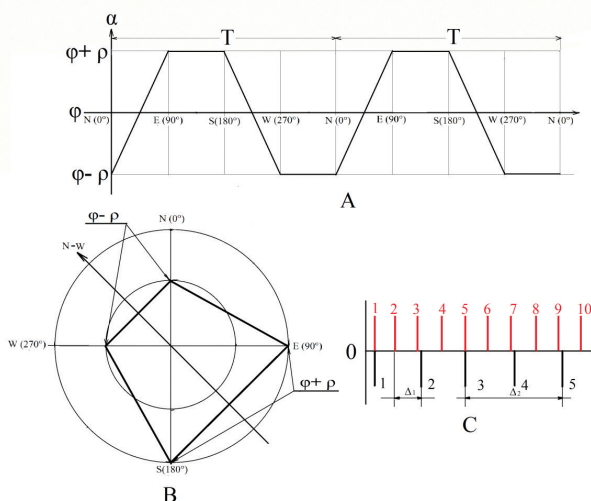


Рис. 39.

Д. К. Миллер в своей статье «Значение экспериментов по обнаружению эфирного ветра в 1925 г. на горе Маунт-Вилсон» констатировал, что «...наблюдения скорости движения планеты были не столь точными, как наблюдения за направлением движения. Два параметра – скорость и азимут относительного движения – были практически взаимно независимы.

В дополнение к этому с помощью последних экспериментов тщательно изучены остаточные эффекты, показавшие, что имеется систематический космический эффект, такой, как от реального эфирного ветра. Это заключение поставило новый вопрос, почему этот эффект меньше, чем ожидаемый по классической теории и почему направление эффекта на Маунт-Вилсон смещено к западу? Этот вопрос, конечно, не более труден, чем многие другие, теперь ожидающие своего решения» [77].

Если несколько изменить визуальное отображение смещения интерференционных полос, изобразив их в виде диаграммы, показанной на рисунке 39 (позиция В), то становится ясной (достаточно наглядной) ещё одна особенность полнопериодического эффекта – это его смещение на северо-запад, которое показано вектором N-W.

Эту особенность полнопериодического эффекта Д. К. Миллер в указанной выше статье излагал следующим образом: «Результаты определенно не нулевые и не являются случайными ошибками наблюдений. Азимут наблюдавшегося эффекта варьируется периодически в течение 24 часов суток; среднее значение его равно 45° , то есть северо-западное; время наибольшей западной девиации варьируется в зависимости от времени года.

То обстоятельство, что направление и скорость эфирного ветра не зависят от местного времени и постоянны по отношению к сидерическому времени, показывает, что эффект независим от орбитального движения Земли. Эффекты орбитального движения не были обнаружены в наблюдениях 1925 г.; это прямо совпадает с результатами, полученными Майкельсоном и Морли в 1887 г. и Морли и Миллером в 1905 г. ... Тот факт, что наблюдаемый феномен зависит от сидерического времени и не зависит от суточных и сезонных изменений температуры и от других земных причин, показывает, что это – космический феномен».

Г. Лоренц на конференции, проходившей в обсерватории на горе Маунт-Вилсон 4 и 5 февраля 1927 г., во время дискуссии по этому поводу высказался достаточно чётко и категорично: «Что касается среднего смещения азимута к западу (50°), то это объяснить трудно. К счастью, однако, оно также периодически изменяется со звездным временем. Иначе трудно не заподозрить, что весь эффект вызван какими-либо лабораторными причинами» [78].

Можно сделать некоторые выводы из приведённого выше материала. Формируя объём исследуемого материала, нам пришлось привести много прямых ссылок на высказывания авторов экспериментов и ведущих теоретиков тех лет, являющихся прямыми участниками описываемых событий. Это связано с тем, что аргументировать свои теоретические изыскания мы может только та-

ким образом, а не иначе, поскольку рассматриваемый вопрос – это уже история физической науки.

Главным выводом следует признать то, что в то время полнопериодический эффект считался помехой (ошибкой измерений) и с ним боролись как с помощью статистической обработки результатов измерений, так и сугубо приборными способами. По этому поводу в своей статье от 1927 г. Д. К. Миллер писал:

«Вторая половина строки шестнадцати усредненных отсчетов помещается под первой половиной и в каждой колонке получается среднее от двух чисел; таким сложением уничтожается любой полнопериодический эффект, а также эффект любых нечетных высших гармоник, которые могли присутствовать».

Следующая цитата взята из другой статьи, написанной Д.К.Миллером в 1933 г. Она еще более показательна, поскольку высвечивает все проблемы, которые стояли перед экспериментаторами тех лет.

«Были поставлены на свои места посеребренные и отполированные зеркала, измерены и сделаны примерно одинаковыми длины обоих путей. Установив интерференцию в натриевом свете, мы нашли центральную часть серии из примерно семисот интерференционных линий, которые были ярче, чем примыкающие к ним триста линий. После недолгого поиска мы смогли увидеть интерференционную картину в белом свете, хотя и не воспользовались винтами для подстройки зеркала, которое всегда должно быть параллельным заданной поверхности. Этого мы добились благодаря тому, что оба плеча были сделаны насколько это было возможно симметричными».

Заметим, что разность длин световых путей определяет расстояние рассматриваемого участка зеркала от грани оптического клина (см. рис. 38 и 36). По сути, от этой разности длин зависит чувствительность интерферометра к измерению скорости движения планеты. Чем больше разность длин, тем больше чувствительность интерферометра.

Далее Д. К. Миллер писал: «Необходимо отметить, что эффекты смещения интерференционных полос, указанные в пп. 4 и 5 (*относящиеся к полнопериодическому эффекту* – курсив наш),

представляли собой «мешающий эффект», который действовал одновременно с «полезным» эффектом, связанным с движением планеты. В процессе измерения эти эффекты невозможно разделить, поскольку они проявляли себя одновременно. При этом основная трудность состояла в том, что не было теории, объясняющей причину их появления, а тем самым невозможно было заранее оценить их величину или учесть в процессе математической обработки результатов измерений.

Наблюдения показывают, что эти эффекты в той или иной степени были присущи каждому конкретному интерферометру. Специально поставленные эксперименты показали, что они не вызываются магнитострикцией или электрострикцией, температурной нестабильностью, состоянием атмосферы, вибрацией или другими контролируемыми факторами и величина их примерно одинакова в разное время проведения замера и не зависит от времени года» [79].

Тогда как полнопериодический эффект был единственной реальной возможностью доказать наличие эфирного ветра. Но все проблемы возникали только из-за того, что не было теории, объясняющей его возникновение и не были известны факторы, влияющие на его величину. В этом смысле утверждение, что «нет ничего практичнее хорошей теории», есть прямое отражение сложившейся ситуации того времени в проблеме поиска эфирного ветра [80,81].

17.4. Эффект в пол-оборота интерферометра

Теперь обратимся к эффекту, который выражен двумя полными периодами на один оборот интерферометра. Этот эффект следует из теории опыта А. Майкельсона.

Отношение учёных тех лет к эффекту в два периода было полностью противоположным полнопериодическому эффекту. Если причину появления полнопериодического эффекта не знали, а поэтому (в лучшем случае) связывали с ошибками измерений и от него в экспериментах пытались избавиться, то эффект в два периода на один оборот интерферометра упорно искали и его величину пытались всячески усилить.

Напомним, что большинство исследователей небольшую величину эффекта в два периода объясняли только не полной компенсацией, связанной с фицджеральд-лоренцевым сокращением линейных размеров тел, которое должно было бы происходить вдоль направления их движения относительно эфира. А поэтому в большинстве случаев всё же проявляющаяся незначительность эффекта в опытах трактовалось просто как полное отсутствие явления, возникающее на ошибках измерений.

Например, Д. К. Миллер утверждал, что это обстоятельство «...может быть объяснено также и теорией сокращения длин, выдвинутой Лоренцем и Фицджеральдом, без предположения о замедлении движения эфира. Сокращение может зависеть или не зависеть от физических свойств тела и может быть или не быть в точности пропорциональным квадрату относительной скорости Земли и эфира. Весьма малое отклонение сокращения от количества, вычисленного Лоренцем, может объяснить наблюдавшийся эффект. В настоящее время пересмотр результатов эксперимента Морли – Миллера 1902–1904 гг. в свете гипотезы Лоренца – Фицджеральда показал, что интерпретация этого эффекта может быть модифицирована в связи с учетом большой скорости Солнечной системы, определенной в 1925 г.».

При этом заметим, что в правильности теории эксперимента А. Майкельсона никто не сомневался, и ни у кого не возникало даже предположения, что есть другая теория этого же самого эксперимента [82].

Реально наблюдаемый эффект смещения интерференционных полос в два периода на один оборот интерферометра по своей величине был слишком небольшой, а поэтому требовал специальных прецизионных измерений. Для многих исследователей (начиная с А. Майкельсона) это обстоятельство послужило основанием приравнивать его к ошибкам измерений, что приводило к двум утверждениям: или о существовании некоего фактора, компенсирующего данный эффект, или об отсутствии эфирного ветра.

Гипотеза Фицджеральда – Лоренца достаточно обоснованно и логично доказывала отсутствие данного эффекта в практике эксперимента, но тем не менее в опытах Д. К. Миллера, точность ко-

торых была повышена в несколько раз в сравнении с предшествующими измерениями, реальность его существования была строго доказана, и этот факт никем не оспаривался. Именно эти противоречивые обстоятельства генезиса явления, связанные как с его предсказанием, так и с мизерностью измеряемой амплитуды, а потом с чётким выявлением в опытах Д. Миллера, приводят к необходимости его рассмотрения в рамках парадигмы данной книги.

В этом разрезе интересно одно обстоятельство, когда-то высказанное профессором В. Хигсом. Для объяснения всех противоречивых свойств эффекта В. Хикс предложил учитывать одновременно несколько факторов, а именно: аберрацию света, изменение угла отражения от движущейся пластинки, изменение длины волны при отражении и т. п.

Он пришел к выводу, что при некоторой величине и направлении скорости эфирного дрейфа смещение полос имеет характер, соответствующий не сжатию, а удлинению плеча интерферометра. По мнению В. Хикса, при отражении от каждого зеркала изменяется длина волны, и в итоге интерферируют волны разных длин [83, 84].

Рассмотрим данный эффект подробнее. Результаты анализа явления заключаются в том, что два луча света получают разность фаз:

$$\delta - \delta' = h\beta^2 \cos 2\theta \quad (75)$$

и разность направлений:

$$\Delta\alpha = \beta^2 \cos 2\theta \quad (76),$$

где $\beta = v/c$.

В этом случае членами четвертого порядка можно пренебречь. Выберем теперь плоскость, в которой мы наблюдаем полосы как $x = 0$ декартовой системы координат (рис. 40).

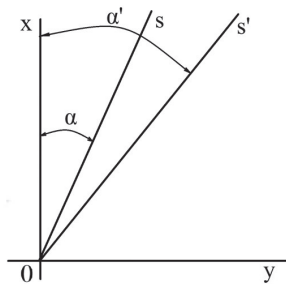


Рис. 40.

Можно представить две волны выражениями (s – световой вектор):

$$s = A \cos[2\pi/\lambda(x \cos \alpha + y \sin \alpha + ct) + \delta] \quad (77),$$

$$s' = A \cos[2\pi/\lambda(x \cos \alpha' + y \sin \alpha' + ct) + \delta'] \quad (78).$$

Освещение экрана определится при ($x = 0$, $\sin \alpha = \alpha$), как

$$(s + s')^2 = 4A^2 \cos^2[2\pi/\lambda y(\alpha - \alpha') + \delta - \delta'] \cos^2[2\pi/\lambda y(\alpha + \alpha') + 2ct + \delta + \delta'] = 2A^2 \cos^2[2\pi/\lambda y(\alpha - \alpha') + \delta - \delta']. \quad (79).$$

Функция имеет максимум, когда аргумент косинуса кратен π . Положение центральной полосы дается как:

$$2\pi/\lambda y_0(\alpha - \alpha') + \delta - \delta' = 0 \quad (80),$$

$$y_0 = -\frac{\lambda}{2\pi} \frac{\delta - \delta'}{\alpha - \alpha'} \quad (81).$$

Расстояние между двумя максимумами, или ширина полос, определяется уравнением:

$$2\pi/\lambda \Delta y_0(\alpha - \alpha') + \delta - \delta' = \pi \quad (82),$$

$$\Delta y = \frac{\lambda}{2\pi} \frac{\pi - (\delta - \delta')}{\alpha - \alpha'} \quad (83).$$

Вначале рассмотрим интерферометр в покое. Поскольку нельзя обеспечить идеальную регулировку, так как тогда не будут видны интерференционные полосы. Формула (83) показывает, что для получения конечной ширины полос должна быть полезная разность

$\alpha_0 - \alpha'_0$. Эта ширина составляет около 1 мм, так что при ($\delta - \delta' = 0$) можно определить порядок величины:

$$\alpha_0 - \alpha'_0 = \lambda/2\Delta y = 5 \cdot 10^{-5}/2 \cdot 10^{-1} = 2,5 \cdot 10^{-4} \quad (84).$$

В реальном эксперименте дополнительно к $\alpha_0 - \alpha'_0$ есть поворот на $\Delta\alpha$:

$$\alpha - \alpha' = \alpha_0 - \alpha'_0 + \Delta\alpha \quad (85),$$

$$y_0 = \frac{\lambda}{2\pi} \frac{(\delta - \delta')}{\alpha_0 - \alpha'_0 + \Delta\alpha} \quad (86).$$

Порядок величин:

$$\Delta\alpha = (v/c)^2 \cos 2\theta = (3 \cdot 10^5/3 \cdot 10^{10})^2 \cos 2\theta = 10^{-8} \cos 2\theta \quad (87).$$

Следовательно, допустимо расширение

$$y_0 = -\frac{\lambda}{2\pi} \left\{ \frac{(\delta - \delta')}{(\alpha_0 - \alpha'_0)} - \frac{(\delta - \delta')}{(\alpha_0 - \alpha'_0)^2} \Delta\alpha \right\} \quad (88).$$

$$y_0 = -\frac{\lambda}{2\pi} \frac{(\delta - \delta')}{(\alpha_0 - \alpha'_0)} \left\{ 1 - \frac{\Delta\alpha}{(\alpha_0 - \alpha'_0)} \right\} \quad (89).$$

Первый член выражения представляет собой сдвиг в связи с разностью фаз, а второй связан с поворотом. Видно, что он составляет $0,4 \cdot 10^{-4}$ первого члена, и совершенно очевидно, что находится вне возможностей наблюдения в условиях эксперимента Майкельсона, Морли и Миллера.

Интересно, что в идеальном случае:

$$y_0 = -\frac{\lambda}{2\pi} \frac{(\delta - \delta')}{\Delta\alpha} = -\frac{\lambda}{2\pi} \frac{h\beta^2 \cos 2\theta}{\beta^2 \cos 2\theta} = -\frac{\lambda h}{2\pi} \quad (90).$$

Таким образом, мы имеем постоянное положение независимо от ориентации прибора. Если бы Майкельсон проделал эксперимент с одной полосой, то есть так, чтобы иметь не полосы, но свет в определенном положении идеально отрегулированного интерферометра, ожидая получить темноту в другом положении прибора, которая возникала бы вследствие разности фаз, то эксперимент ничего бы не дал. Не было бы видно никаких изменений в интерференционной картине, наблюдаемой в окуляр телескопа.

Отметим, что в экспериментах, поставленных после опытов Д. Миллера, использовалась одна, в крайнем случае, несколько интерференционных полос, что сводило к нулю эффект в два оборота. Теория Хедрика очень интересна и важна в сочетании с экспериментом доктора Кеннеди.

Действительно, самой точной измерительной аппаратурой в опытах тех лет было устройство именно доктора Кеннеди. В его приборе ширина, необходимая для получения заметной ошибки, была установлена (определена) приблизительно в 250 см. Хотя совершенно определенно можно было бы утверждать, что полосы в приборе не были столь широки, но тем не менее эффект был нулевой.

Но что же измерял Д. Миллер?

18. Опыты по измерению скорости света в одном направлении

18.1. Опыт С. Маринова

В течение длительного времени, в 1970–1980-х годах, Стефаном Мариновым была осуществлена целая серия различных экспериментов по измерению однонаправленной скорости света. Результаты его опытов с вращающимися дисками свидетельствуют в пользу факта движения Земли в абсолютном пространстве (т.е. относительно неподвижного эфира) со скоростью порядка 300 км/с.

Речь идет об эксперименте на основе синхронно вращающихся дисков, разнесённых на строго определённое расстояние друг от друга. По периферии дисков сделаны отверстия для пропуска света от двух источников света. Источники излучают свет во встречном направлении, то есть один из излучателей расположен с одной стороны дисков, а другой – с другой стороны.

Кинематическая схема синхронно вращающихся дисков играет роль механических затворов, которая в определенном смысле представляет собой современный вариант опытов Луи Физо, впервые измерившего скорость света в наземных условиях. Конечно же, как дань духу современности, в опыте С. Маринова задействованы лазеры, фотодиоды и суперскоростная электротехника.

На рис. 41 показана кинематическая схема эксперимента, при помощи которого он измерил разность скоростей двух лучей света, распространяющихся в противоположных направлениях.

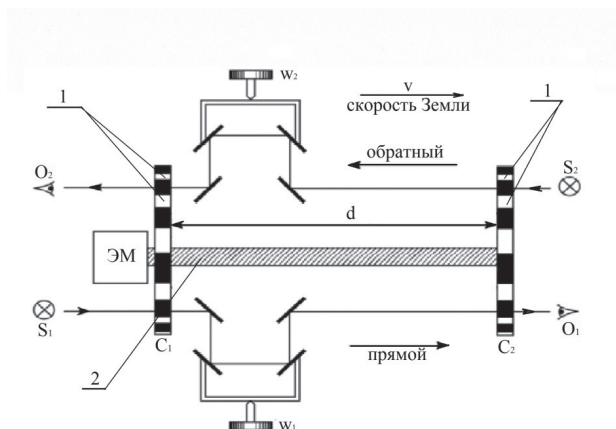


Рис. 41.

В этом опыте свет от гелий-неонового лазера разделяется полупрозрачным зеркалом на два пучка, которые, отражаясь от еще пары зеркал, представляют собой как бы два самостоятельных источника света. Перечисленные элементы не изображены на схеме, а на рисунке 41 источники света S_1 и S_2 показаны как независимые.

Свет от источников S_1 и S_2 проходит через указанную кинематическую схему в двух строго противоположных направлениях. Такая возможность реализуется через отверстия, которые сделаны по периферии двух синхронно вращающихся дисков C_1 и C_2 и расположены строго друг против друга.

Работа схемы заключается в следующем. Первым вращающимся диском C_1 свет от источника S_1 «нарезается» на импульсы строго определённой длительности. Второй вращающийся диск C_2 пропускает только часть импульса света, которая попадает на фотоэлемент O_1 . Величина длительности пропущенного «куска» света зависит от скорости света в этом направлении и скорости вращения дисков. Та же самая зависимость будет наблюдаться и для света, идущего от источника света S_2 к фотоэлементу O_2 .

Если скорость света, идущего от S_1 к O_1 , будет больше скорости света в эфире на величину скорости движения планеты V , то есть она будет равна $(C+V)$, то будет пропущена большая часть импульса света, идущего в этом направлении. И, соответственно, будет пропущена меньшая часть импульса света (идущего от S_2 к O_2), поскольку скорость света в этом направлении окажется меньше скорости света в эфире $(C-V)$.

Вот как об этом писал сам С. Маринов: «Так как расстояние между дисками нельзя сделать очень большим (Л. Физо работал при базисном расстоянии $d=8$ км), то световые куски, движущиеся с большей скоростью, проходят через второй диск только чуть-чуть длиннее, чем куски, движущиеся в обратном направлении с меньшей скоростью. Однако, если за «вторым» диском поставить чувствительные фотодиоды, то из разности генерируемых ими токов, измеряемой на гальванометре, можно определить проекцию абсолютной скорости лаборатории по направлению оси аппарата. Я назвал этот эксперимент «экспериментом со связанными затворами» (coupled shutters experiment)».

Согласно схеме опыта, вал 2 (см. рис. 41) вращается электромотором ЭМ, поставленным в левом конце вала. Расстояние между центрами периферийных отверстий 1 и осью вала 2 составляет 120 мм. (R). А расстояние (d) между дисками C_1 и C_2 равнялось 1200 мм, скорость вращения дисков составляла 400 об/с.

Взаимное положение обоих дисков C_1 и C_2 на валу 2 и направление лазерных пучков света устанавливаются так, что, когда вал 2 в покое, световой пучок, проходящий целиком через ближайшее отверстие 1 (например диска C_1), освещает только половину отверстия диска C_2 . Такое смещение отверстий дисков приводит к тому, что при их вращении, например, диск C_2 своим движением перекрывает направление распространения светового импульса, идущего от диска C_1 . Тогда как для обратного луча света, идущего от диска C_2 в сторону диска C_1 , всё происходит наоборот: диск C_1 своим движением приоткрывает направление распространения светового импульса, идущего от диска C_2 .

При вращении дисков C_1 и C_2 световым импульсам нужно строго определённое время, чтобы пройти расстояние между дисками.

С увеличением скорости вращения дисков все меньше и меньше света будет проходить через отверстие противоположного диска, если он перекрывает путь распространения импульса света. И, наоборот, все больше и больше света пройдет через отверстие противоположного диска, если он приоткрывает путь распространению импульса света.

Удачной идеей эксперимента является также то, что фотоприемники включены по мостиковой (балансной) схеме. Последнее обстоятельство позволяет осуществлять необходимую точность даже при работе на «фронтах» световых импульсов.

Эксперименты, осуществленные Мариновым с 9-го по 13-е февраля 1984 г. в Граце (Австрия), дали следующие результаты для модуля абсолютной скорости Земли и для экваториальных координат ее апекса: $V = 362 \pm 40$ км/с, $\delta = -24^\circ \pm 7^\circ$, $\alpha = 12,5^\text{h} \pm 1^\text{h}$ [85, 86].

18.2. Эксперимент Д. Г. Торра и П. Колена

В рассматриваемом эксперименте два стандарта частоты на парах рубидия, используемые как часы, были расположены приблизительно на расстоянии 500 м друг от друга. Из точек их расположения излучались электромагнитные волны в виде сигналов, между которыми определялся фазовый сдвиг, как функция времени.

Данный опыт представляет собой прямой эксперимент по измерению скорости света, распространяющегося в одном направлении. В нём суточное вращение Земли использовалось для изменения направления прохождения сигнала относительно линейной скорости движения планеты, что позволяло проверить гипотезу об изотропности распространения электромагнитного излучения в космическом пространстве.

В данном эксперименте типичные вариации скорости света, наблюдавшиеся при прохождении луча в одном направлении, совпадали с суточным вращением Земли и составляли от $\pm 0,1\%$ до 1% от её величины. Относительная точность измерений промежутков времени распространения сигналов была не ниже 5×10^{-13} .

Иными словами, вращение Земли вызывало фазовый сдвиг у

электромагнитного излучения (сигнала), возникающий при прохождении луча света в одном направлении. Этот эксперимент представляет собой почти прямую «копию» опыта, описанного в параграфе 12.2 под названием «Практическое осуществление опыта по определению абсолютной скорости движения Земли».

На практике в этом эксперименте в качестве часов использовались два стандарта частоты фирмы Хьюлетт-Паккард (модель 5065A), которые измеряли время прохождения электромагнитных импульсов между ними. Часы находились на расстоянии 500 метров друг от друга. Схема эксперимента, при которой были получены указанные результаты, приведена на рисунке 42.

Каждые часы генерировали синусоиду с частотой 5 МГц и среднеквадратичной амплитудой около 1,5 В. Сигнал с часов «А» использовался для запуска «Универсального счетчика временных интервалов» модели 5370А. Сигнал с часов «В» использовался, чтобы остановить этот счетчик.

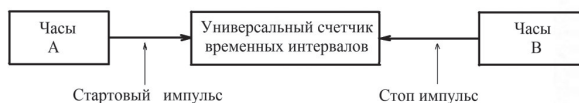


Рис. 42.

Из теории, на которой основывается эксперимент, следует, что если стабилизация часов достаточно совершенна, то фаза сигнала при некотором произвольном значении времени Δt счетчика интервалов составит:

$$\Delta t_1 = \Delta t + \frac{d}{c + v} \quad (91),$$

где: Δt – начальная фаза (время счётчика) перед прохождением луча (сигнала) между часами,

$d = 500$ м,

$c+v$ – скорость прохождения сигнала между часами (когда ори-

ентация экспериментальной установки такова, что векторы скорости Земли и сигнала параллельны друг другу и направлены в одну сторону).

Чтобы изменить ориентацию вектора скорости сигнала, используется вращение Земли, и через двенадцать часов будем иметь:

$$\Delta t_2 = \Delta t + \frac{d}{c - v} \quad (92),$$

где $c - v$ – скорость прохождения сигнала между часами, когда указанные векторы направлены навстречу друг другу.

Следовательно, вычитание двух измеренных интервалов даст нам:

$$\delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1 = \frac{d}{c + v} - \frac{d}{c - v} = \frac{2d}{c} \frac{\beta}{1 - \beta^2} \quad (93),$$

где, $\beta = \frac{v}{c}$

В приближении первого порядка:

$$\delta t = dv/c^2 \approx \Delta t \cdot v/c \quad (94),$$

где $\Delta t = d/c$.

Из данного соотношения может быть определена абсолютная скорость движения Земли.

$$\text{Следовательно, } v \approx c \delta t / \Delta t \quad (95).$$

Конкретные характеристики экспериментальной установки

Часы были расположены на расстоянии 500 м друг от друга и сориентированы в направлении «восток – запад». Сигнал синусоидальной формы 5 МГц пропусклся через коаксиальный кабель, заполненный азотом с избыточным давлением ~ 2 Пси (фунта на кв. дюйм – 0,14 атм.), обеспечиваемым через двухступенчатый регулятор.

Температурная стабилизация составляла ± 1 К в течение суточного цикла и достигалась размещением кабеля на глубине 5 фт (1,5 м) ниже поверхности земли. Тогда как оборудование с соответствующей защитой было расположено ниже 10 фт (3 м).

Защита от электрических помех обеспечивалась помещением

оборудования в камеру Фарадея. Электропитание установки осуществлялось постоянным током с изменением входного напряжения ± 10 mV. Электропитание подавалось в камеру Фарадея через фильтры электромагнитных помех.

В этом эксперименте часы играли главную роль, поэтому рабочие характеристики рубидиевых часов были оценены при сравнении их показаний, когда они находились практически в одном месте на расстоянии 1 метр друг от друга (нулевое разнесение). Наблюдения за часами при нулевом расстоянии (т. е. ≈ 1 м) позволило авторам эксперимента измерить их относительный дрейф и, следовательно, определить, как изменяется ошибка измерения разности фаз, а тем самым точно её определить. В целом, средние значения ошибок измерений за много дней наблюдений показали, что они совпадали со спецификациями поставщика. Было установлено, что наблюдаемые отклонения в показаниях часов при многодневных наблюдениях редко превышают 0,5 нс, что позволяло делать измерение с относительной точностью примерно 1 часть на 5×10^{13} частей.

Наблюдая многодневные изменения фазы сигнала, авторы опыта пришли к мнению, что эти отклонения реальны и результаты эксперимента можно трактовать как проявление (наличие) некоего динамического «абсолютного пространства». Иными словами, в наблюдаемых изменениях фазы может отражаться (присутствовать) движение Солнечной системы в Галактике. Это обстоятельство наблюдается (подтверждается) в виде модуляции сигнала синусоидой с периодом в 24 часа.

Теоретически скорость движения Солнечной системы может быть вычислена. Действительно, компонента скорости Солнечной системы в плоскости эклиптики примерно равна 10^5 м/с и согласно используемой аппаратуры и характеристикам эксперимента должна соответствовать вариациям амплитуды изменения фазы сигнала в ± 0.5 нс. Обнаруженные вариации превосходят ± 3 нс в течение 30% от времени всех наблюдений.

На рисунке 43 показан результат, полученный объединением последовательной суммы данных за 23 дня, причём для разделённых часов – за период с февраля по июнь 1981 г. Суммирование

было выполнено с использованием получасовых накоплений, для которых максимальная амплитуда никогда не превосходила 3 нс.

На основании этих результатов авторы определили верхний предел δt в 0,5 нс, т.е. установили скорость движения Земли $v \leq 90$ км/с. Что по порядку значения достаточно близко к скорости Солнечной системы в плоскости Галактики.

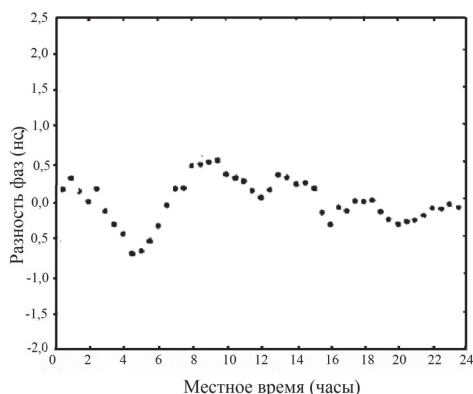


Рис. 43.

Авторы работы считают, что главный результат, который неожиданно появился в этом эксперименте – это демонстрация способности измерения однонаправленной скорости света. Полученные результаты показывают большие изменения в скорости света для разнесенных часов (от 0,1% до 1% от её номинальной величины), которые не наблюдались (в той же самой конфигурации) для нулевого разнесения [87, 88].

18.3. Эффект Саньяка и «новый опыт» Майкельсона 1925 г.

Так называемый «новый опыт Майкельсона», или «ротационный опыт Майкельсона», занимает особое положение в физической науке. М. Майкельсон не верил в теорию относительности

А. Эйнштейна и был «тихим» приверженцем теории глобального эфира. Он особо не афишировал своё научное кредо, не «ломал копыя» в дискуссиях об истинности какой-либо из теорий, а разрабатывал эксперименты и ставил опыты. Не в спорах, а в своих опытах искал он ответы на вопросы об устройстве природы, доказательства существования электромагнитного эфира.

Одним из таких экспериментов как раз и был «новый опыт Майкельсона», в основании которого лежал ротационный (вихревой) эффект Ж. Саньяка (фр. Georges Sagnac). Опыт был поставлен в 1925 г., когда многие ведущие физики уже признали теорию относительности Эйнштейна, но тем не менее М. Майкельсон продолжал искать подтверждение наличия эфира в природе. И этот эксперимент дал «неожиданный» положительный результат.

Как справедливо было замечено академиком С.И. Вавиловым, «...если бы явление Саньяка было открыто раньше, чем выяснились бы первые результаты опытов второго порядка, то оно, конечно, рассматривалось бы как блестящее доказательство наличия эфира...» [89].

Как известно, вихревой эффект Саньяка заключается в том, что во вращающемся кольцевом интерферометре (см. рис. 44) встречные волны приобретают взаимный фазовый сдвиг, пропорциональный угловой скорости вращения и площади, охватываемой интерферометром. Световой луч, распространяющийся в направлении вращения платформы интерферометра, приходит к источнику позже, чем луч, распространяющийся в противоположном направлении.

Первоначально этот эффект был обнаружен Ф. Харрисом (F. Harres) в 1912 г. [90], а затем вторично Ж. Саньяком в 1913 г. [91] и был назван «эффектом (явлением) Саньяка».

Неоднократно предпринимались попытки объяснения физической причины вихревого эффекта Саньяка, внутреннего «механизма» данного явления, который стоит за математическим феноменализмом его формул. В частности, были разработаны несколько теорий этого явления: кинематическая, доплеровская и, конечно же, релятивистская.

Сам Жорж Саньяк для объяснения эффекта пользовался теорией

неподвижного эфира и получил теоретическое значение величины эффекта путем классического сложения скорости света с линейной скоростью вращения платформы. Расхождение этого результата с экспериментом было порядка процента.

Но надо признать, что эффект находит объяснение и в обеих релятивистских теориях. И хотя эффект Саньяка имеет место во вращающейся системе отсчета, то есть проявляется в явно неинерционной системе отсчёта, но тем не менее в литературе можно встретить объяснение эффекта не только с позиций общей теории относительности, но и с позиций специальной теории относительности. Например, в работе [92] читаем: «...Как было отмечено выше, эффект Саньяка является эффектом общей теории относительности. Тем не менее расчеты, проведенные на основе специальной теории относительности, дают то же выражение для сдвига фазы встречных волн в кольцевом интерферометре. В данном случае имеет место довольно редкий случай, в котором при нерелятивистских скоростях движения зеркал кольцевого интерферометра предсказания теории неподвижного эфира, специальной и общей теории относительности дают одинаковый результат...».

И такая ситуация не редкий случай в науке, когда расчёты (предсказания) нескольких, даже альтернативных, теорий совпадают. В данном конкретном случае выводы по эффекту, полученные с позиций специальной и общей теории относительности, чисто «случайно» совпадают с результатами вычислений, выполненных с привлечением положений теории неподвижного эфира. Заметим, что эффект был предсказан именно в рамках теории эфира. И в такой ситуации не удаётся «отделаться» от мысли, что в случае, когда конечный результат нельзя оспорить (поскольку это экспериментальный факт), с помощью математики можно доказать всё что угодно.

Первоначально теория нового опыта Майкельсона была выдвинута в 1904 г. В это время перед теорией неподвижного эфира стояли вопросы о степени взаимодействия движущихся тел с неподвижным эфиром, то есть проблема увлечения эфира движением планеты. М. Майкельсон как всегда решил по своему ответить на этот вопрос. В *Philosophical Magazine* (6) № 8 за 1904 г. (с. 716)

был предложен план проверки влияния вращения Земли на скорость света. Согласно плану интерферометр должен быть жестко скреплён с поверхностью Земли, а в соответствии с теорией – иметь возможно большую площадь [93].

Выражение для разности путей двух интерферирующих лучей, один из которых движется по часовой стрелке, а другой против, может быть выведено из гипотезы стационарного эфира следующим образом. На рис. 44 показан план участка, на котором представлено расположение зеркал и устройств интерферометра.

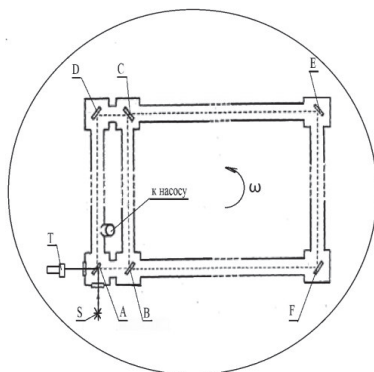


Рис. 44.

Зеркала ADEF составляют большой контур интерферометра, а зеркала ADCB – малый контур. Позицией S отмечен источник света, а позицией T – труба телескопа.

Для расчёта эффекта смещения полос, который представлен ниже, полагается, что прямая DE равна l_1 , а прямая AB равна l_2 . Прямые AD, BC, и EF равны друг другу и имеют длину h .

Если l_1 – это длина пути при широте Φ_1 , l_2 – при широте Φ_2 , v_1 и v_2 – соответствующие линейные скорости вращения Земли, а c – скорость света, то разница во времени, требуемая для возвращения

лучей в исходную точку, составит:

$$T = \frac{2l_2v_2}{c^2 - v_2^2} - \frac{2l_1v_1}{c^2 - v_1^2} \cong 2 \frac{l_2v_2 - l_1v_1}{c^2} \quad (96).$$

Формулу (96) можно переписать в следующем виде, если в неё подставить значения:

$l_1 = l_0 \cos \Phi_1$, $v_1 = v_0 \cos \Phi_1$, $l_2 = l_0 \cos \Phi_2$, $v_2 = v_0 \cos \Phi_2$, $\Phi_1 - \Phi_2 = h/R$, где R – радиус Земли.

При этом результирующая разность в фазе для двух лучей будет представлена в виде:

$$\Delta = \frac{4lh}{c\lambda} \omega \sin \Phi \quad (97),$$

где ω – угловая скорость вращения Земли, а λ – длина волны примененного света.

Эксперимент оставался долгие годы в состоянии неопределенности, пока по настоянию д-ра Л. Зильберштейна М. Майкельсона не убедили в срочности работы, несмотря на серьезные трудности, связанные с поиском необходимых фондов. Самые большие расходы должны были быть сделаны в связи с созданием необходимого для работы трубопровода длиной в милю и диаметром в фут. Надеясь, что можно будет обойтись без этого устройства, решили попытаться провести эксперимент на открытом воздухе в Маунт-Вилсон.

Работы были проведены в Маунт-Вилсон летом 1923 г. с цепью длиной в одну милю. Интерференционные полосы между двумя лучами света, один из которых перемещался по часовой стрелке, а другой – против, наблюдались более четко в течение получаса до и после захода Солнца. Но даже и в оптимальных условиях интерференционные полосы были настолько неустойчивы, что провести какие-либо надежные измерения не представлялось возможным. Предварительный эксперимент в Маунт-Вилсон показал невозможность получения точных результатов на открытой площадке и необходимость прибегнуть к трубопроводу с откачанным воздухом. Было принято решение остановиться на конструкции трубопровода около 1 мили длиной и диаметром в 1 фут, из которого должен быть откачан воздух.

Возникло сомнение относительно возможной связи между любым ожидаемым смещением и исходным нулем, с которым следует сравнивать результаты. Такой исходный нуль был установлен на основе двойной схемы, в одной из которых та область, в которой ожидается смещение, была гораздо больше такой же области в другой.

Фонды на этот эксперимент размером до 17 тыс. долл. были представлены Чикагским университетом, а дополнительные вложения сделал д-р Л.Зильберштейн – 491,55 долл. С такой поддержкой было решено провести эксперимент в штате Иллинойс, и к работе привлечь д-ра Геля.

В 1925 году интерферометр, грандиозный по размерам, был построен; таким образом стала возможной экспериментальная проверка теории. Прямоугольный участок земли в Клиринге (штат Иллинойс) в 2010 футов (610 м) с востока на запад и 1113 футов (340 м) с севера на юг был тщательно проверен и огорожен д-ром Канненштайном. 12-дюймовые водопроводные трубы были уложены прямо и на одном уровне по периметру с дублированием линии поперек одного конца.

Общий план конструкции показан на рис. 44. На металлических коробках по углам установлены зеркала. Чувствительные системы винтов с рукоятками, которыми можно управлять с помощью хорошо подогнанных соединений, позволяли извне регулировать положение зеркал по горизонтали и по вертикали. Коробки были установлены в тяжелые опоры и соединены с трубами при помощи гибких соединений из брезента и резины. Эти соединения были вставлены в трубопроводы на расстоянии друг от друга около 400 футов (120 м) и служили соединителями и компенсаторами расширений.

Плоскопараллельные пластины в А и В были слегка покрыты золотом, а пластина в точке С – серебром для отражения и передачи желаемых пропорций света. Зеркала в точках D, E и F были покрыты толстым слоем серебра.

Телефонная система, любезно предоставленная Чикагской телефонной компанией, позволяла наблюдателю в А давать инструкции своим ассистентам, которые находились в каждом углу, по регулировке зеркал в случае необходимости.

Воздушный насос Вортингтона, приводимый в действие мотором в 50 лошадиных сил, снижал давление в трубах за 3 часа примерно до половины дюйма ртутного столба. Большинство измерений было выполнено тогда, когда остаточный воздух в трубах был откачан до давления от половины до одного дюйма ртутного столба (13–25 мм рт. ст.). При таких давлениях интерференционные кольца были достаточно постоянными и так четко видимы, как только можно желать.

Свет от угольной дуги был разделен в одном углу зеркалом А на прямой и отраженный лучи, которые отражались по углам прямоугольника при помощи зеркал. Два луча, возвращаясь к начальному зеркалу, создавали интерференционные полосы. Луч, пересекающий прямоугольник в направлении против часовой стрелки, двигался с запаздыванием в сравнении с лучом, двигавшимся по часовой стрелке.

Иными словами, интерференционные линии, которые нужно было измерять, были созданы лучами, проходившими в противоположных направлениях вокруг схемы ADEF. В качестве отправной отметки, от которой следует проводить измерения, был сформирован второй ряд линий, созданный при помощи системы зеркал ABCD. Для определения смещения линий область ABCD должна была иметь гораздо меньший периметр в сравнении с контуром ADEF. Именно в сравнении смещения между центральными линиями двух рядов интерференционных картин малого и большого контуров определялись их конкретные сдвиги.

Действительно, смещение, вычисленное по формуле (97) из допущения стационарного эфира, можно переписать в виде:

$$\delta = \frac{4A\omega \sin \Phi}{c\lambda} \quad (98),$$

где: δ – смещение полос; $A = lh$ – площадь; Φ – широта ($41^\circ 46'$); c – скорость света;

ω – угловая скорость вращения Земли; λ – эффективная длина волны света.

В своей статье, посвященной этому опыту, М. Майкельсон писал, что в общем случае два ряда полос не совпадут положе-

нию совершенно независимо от какого бы то ни было сдвига эфира или вращения Земли до тех пор, пока два прямых и два отраженных изображения источника не будут полностью наложены друг на друга. Иными словами, центральные полосы ряда, сформированного зеркалами меньшего контура, должны быть посередине между прямым и отраженным изображением источника света. А центральная полоса большого контура также должна быть посередине между прямым и отраженным изображениями источника света. Это условие должно выполняться, если нет влияния вращения Земли. При вращении Земли интерференционные линии смещаются друг относительно друга [94].

Чтобы скорректировать любое несовпадение двух рядов лучей, наблюдательный телескоп (6-дюймовый ахроматический объектив и 2-дюймовый микрометрический окуляр) был сфокусирован на изображениях источника (дуги или щели). При этом очевидное смещение центральной линии большого контура по отношению к центральной линии меньшего контура было скорректировано на расстояние, равное разности в основном положении двух изображений для двух световых путей. Полосы наиболее удобно наблюдались в перекрывающихся конусах света на расстоянии одного дюйма снаружи или внутри фокальной плоскости.

М. Майкельсон уточнял, что около половины определений было получено при помощи дуги, расположенной прямо перед окном в точке А, и около половины – при помощи конденсирующей линзы, щели и компенсирующей линзы. Вторая компоновка дала гораздо больше света, чем первая, но в измеряемых смещениях не было очевидной разницы.

Измерения эффективной длины волны света (λ) были сделаны в лаборатории. Сравнивались полосы, произведенные той же системой зеркал и той же самой 20-амперной дугой переменного тока, с полосами, произведенными натриевым светом от кусочка стекла в кислородно-водородном пламени. Свет от дуги был уменьшен примерно до той же яркости, что и во время эксперимента в Клиринге в процессе его передачи через довольно узкую щель во вращающемся диске. Среднее значение 10 определений дает: $\lambda = 5700 \pm 50 \text{ \AA}$.

Смещение полос за счет вращения Земли было измерено различными наблюдателями в разные дни с полной перерегулировкой зеркал. При этом отраженное изображение иногда находилось справа, а иногда – слева от передаваемого изображения. Отклонения усреднялись обычно в сериях по 20 замеров в том же порядке, в котором они были отсчитаны. Результирующие средние значения приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Номер наблюдения	Смещение полос	Число наблюдений	Отклонение от среднего
1	0,252	20	0,022
2	0,255	20	0,025
3	0,193	20	0,37
4	0,246	20	0,016
5	0,235	20	0,005
6	0,207	26	0,023
7	0,232	20	0,002
8	0,230	20	0,000
9	0,217	20	0,013
10	0,198	20	0,032
11	0,252	20	6,022
12	0,237	20	0,007
13	0,230	23	0,000

Результаты наблюдений

Полное число измерений – 269.

Результирующее отклонение, выраженное в долях интерференционной линии, составляет:

наблюдаемое – $0,230 \pm 0,005$;

вычисленное – $0,236 \pm 0,002$.

Наблюдения 1 и 2 скорректированы только для прямого отражения, 1–6 – без коллиматора, 7–13 – с коллиматором. Учитывая трудности наблюдений, следует констатировать, что наблюдаемый и вычисленный сдвиги согласуются в пределах погрешности на-

блюдений. Новый опыт Майкельсона убедительно доказал, что эфир есть и он не увлекается вращающейся планетой. К сожалению, теоретически было показано, что поступательное движение интерферометра не сказывается на эффекте Саньяка.

Большинство исследователей обращают внимание, что ускоренное движение (в частности – вращение относительно инерциальной системы отсчета) может быть обнаружено как механическими, так и оптическими методами. Опыт Саньяка доказал возможность экспериментального определения угловой скорости вращения системы для расположенного в ней наблюдателя, то есть возможность определения неинерциальности системы (механический аналог – маятник Фуко).

В результате, с одной стороны, теория неподвижного эфира позволила открыть новое природное явление – эффект Саньяка, а с другой она же как наглядная модель отображения природных реалий подсказывает возможные пути технического применения новых эффектов, что в принципе не могут математические феноменологические теории. В 1969 г. опыт Саньяка был повторен Джаваном с использованием кольцевого He-Ne лазера [95].

В настоящее время основанные на эффекте Саньяка лазерные интерферометры используются в качестве датчиков угловой скорости, угла поворота и ориентации в пространстве для вращающихся объектов (лазерный гироскоп). Чувствительность такого «светового гироскопа» можно повысить, используя многократные обходы луча по замкнутому контуру, при этом разность времен между лучами также увеличивается пропорционально числу оборотов прибора.

Такая схема реализуется в современных волоконно-оптических интерферометрах. Излучение распространяется внутри волокон, намотанных на цилиндрический стержень (практически использование лазерных гироскопов стало возможным лишь при появлении волоконных световодов, развитие направления началось в 1963 г.).

Использование многовитковой катушки (волоконная гироскопия) позволяет увеличить эффект Саньяка пропорционально длине волокна (т.е. числу витков), практически не изменяя размеров прибора. Идея была высказана в 1963 г., но не было хорошего волокна.

Первая демонстрация идеи состоялась только в 1976 г., а создание серийных приборов было начато в 90-е годы.

Волоконные интерферометры просты, дешевы, компактны. Они имеют среднюю чувствительность от 15 до 0.001 град/час. Эти приборы используются для навигационных целей: определения широты места по скорости вращения Земли; ими оснащаются подводные лодки, ракеты, самолеты.

Предельная чувствительность волоконно-оптических гироскопов – до 10^{-4} градусов за час. Она ограничивается нестабильностью характеристик волокна, рассеянием света в нём, шумами фотоприемника и т. п. Известны уникальные лабораторные образцы гироскопов с чувствительностью до 0.00005 град/час, которые используются для решения различных фундаментальных задач, в том числе для измерения степени неравномерности вращения Земли, связанной с движением Луны и др. небесных тел, а также со смещением тектонических масс земной коры. Резонаторы лазеров, служащих источником света в таких приборах, сделаны из материалов с очень низким коэффициентом расширения; работа проводится в шахтах, чтобы избежать акустических вибраций и перепадов температуры.

19. Эфир и современность

19.1. Микроволновое фоновое излучение Вселенной (космическое реликтовое излучение)

В 1964 г. два радиоастронома из телефонной компании «Белл Телефон» – Арно А. Пензиас и Роберт В. Вилсон – обнаружили микроволновое излучение (на волне длиной 7,35 см), которое шло со всех направлений, куда бы они ни направляли свою антенну. Любопытно то, что сконструированную ими антенну они намеревались использовать не для поиска реликтового излучения, а для экспериментов в области радиоастрономии и спутниковых коммуникаций. Но при калибровке установки выяснилось, что антенна имеет избыточную шумовую температуру фона в 3,5 К, которую они не могли объяснить.

Впоследствии «антенный шум» был идентифицирован в качестве космического фонового излучения, заполняющего собой весь объём Вселенной. В 1978 году А. Пензиас и Р. Вильсон за своё открытие данного излучения получили Нобелевскую премию [96].

Предполагалось, что своим происхождением излучение было обязано процессам ранней эволюции Вселенной, так называемому Большому взрыву, который породил собой всю Природу в целом. В связи с данным обстоятельством, микроволновой космический фон (как современные остатки от Большого взрыва, произошедшего в невообразимо далёком прошлом) получил ещё одно название – реликтовое излучение. При этом на первых этапах его изучения было установлено, что это излучение строго изотропно. Иными словами, у него нет выделенных (особых) направлений, вдоль которых его свойства отличались бы от характеристик других участков небесной сферы.

Однако с точки зрения классической физики, обнаруженный микроволновый реликтовый фон можно было рассматривать как конкретное материальное тело, существующее в виде некоего «нового электромагнитного эфира», с которым можно было бы связать абсолютную (глобальную) систему отсчёта. Заметим, что данное обстоятельство находится в прямом противоречии с принципом относительности.

А поскольку материальное тело есть (электромагнитное излучение конкретной длины волны и мощности), то с ним можно физически взаимодействовать, а, следовательно, относительно него возможно измерять как направление движения нашей планеты, так и её абсолютную скорость. А это, как известно, ранее не удавалось сделать никому, даже первоклассным экспериментаторам, знаменитым исследователям природы, начиная с А. Майкельсона. Но самое необычное в этом деле было то, что такое измерение противоречило основам современной теоретической физики – релятивизму.

На первом этапе изучения свойств микроволнового фонового излучения Вселенной оказалось, что его спектр с очень высокой точностью соответствует излучению абсолютно черного тела (т.е. описывается формулой Планка) с температурой $T = 2,73$ К. Этот факт очень важен, поскольку он указывает как на возможную при-

чину происхождения излучения (основы его возникновения), так и на историю его эволюции. И главным (для теоретической физики) здесь явилось то, что на первых этапах его изучения, при конкретно проведённых измерениях, это излучение действительно оказалось изотропно.

Однако с совершенствованием исследовательской измерительной аппаратуры и методов измерения (использование высотных самолётов и спутников) выяснилось, что у реликтового фона всё же наблюдаются небольшие (около 0,1%) отклонения от ранее измеренной средней температуры, которые зависели от того, в каком именно направлении проводится измерение (с какого участка небесной сферы снимаются показания). Это обстоятельство указывало не на анизотропию реликтового фона, а на факт движения измерительного прибора относительно абсолютной системы отсчёта.

Но этот факт современных теоретиков-релятивистов особо не пугал. Они утверждали, что реликтовое излучение изотропно в некой так называемой «сопутствующей системе отсчета», которую можно считать одной из традиционных (рядовых) инерциальных систем измерения. Если конкретизировать их тезис, то это такая система отсчёта, в которой оси координат и часы связаны со всей совокупностью разбегающихся галактик.

И эта глобальная система отсчёта «расширяется» вместе с самим пространством Вселенной. При этом не важным было то, что вся Вселенная в целом как раз и состоит только из этих самых галактик, физических полей и пространства, в котором они расположены. Кроме перечисленного, в природе больше и нет ничего.

При этом вся «тонкость» такого утверждения релятивистов состоит в том, что в нём пространство и материя отделены друг от друга и представляют собой самостоятельные сущности. При этом (согласно определению инерциальной системы отсчёта) со всей совокупностью звезд Вселенной (которые собраны в галактики) действительно можно связать систему осей координат и часов (памятуя маховский горизонт далёких звёзд) и тем самым формально утверждать, что такая глобальная система отсчёта является инерциальной системой отсчёта. И в такой системе отсчёта, которая ничем не отличается от абсолютной системы отсчёта, можно фор-

мально рассматривать любое движение тел и считать его абсолютным и при этом не вступать в противоречие с принципом относительности.

Тогда как в классической физике эту систему отсчёта, связанную с «новым электромагнитным эфиром», уподобляют всему пространству Вселенной (поскольку он его полностью заполняет) и отождествляют с традиционной абсолютной системой отсчёта «старого эфира». При этом в любой другой системе координат, например привязанной к Земле, интенсивность реликтового излучения будет зависеть от направления, в котором его измеряют. В первую очередь это будет вызвано движением измеряющего прибора относительно реликтового фона. Действительно, эффект Доплера приводит к «посинению» фотонов, летящих навстречу прибору, и к «покраснению» догоняющих его фотонов.

При этом измеренная температура по сравнению со средней (T_0) будет зависеть от направления движения прибора:

$$T = T_0[1 + (v/c) \cos i] \quad (99),$$

где: v – скорость прибора в системе координат, связанной с реликтовым излучением;

c – скорость света,

i – угол между вектором скорости и направлением наблюдения.

На фоне однородного распределения температуры появляется два «полюса» – тёплый в направлении движения и прохладный в противоположном направлении. Поэтому такое отклонение от однородности называют «дипольным».

Заметим, что приведённые выше рассуждения справедливы и для «глобальной инерциальной системы отсчёта» релятивистов. Но есть несколько существенных различий в этих двух альтернативных воззрениях (представлениях) на одни и те же природные явления, которые связаны с соотношением пространства и материи.

В представлении релятивистов реликтовые фотоны от Большого взрыва движутся в пустом пространстве Вселенной, не взаимодействуя с ним. Тогда как согласно взглядам сторонников «нового эфира», реликтовое фоновое излучение – это не что иное, как волновой процесс в эфире, который представляет собой свет, ис-

ной анизотропии реликтового фона. Здесь синим цветом отмечены «холодные» участки фона, тогда как красным цветом – «горячие».

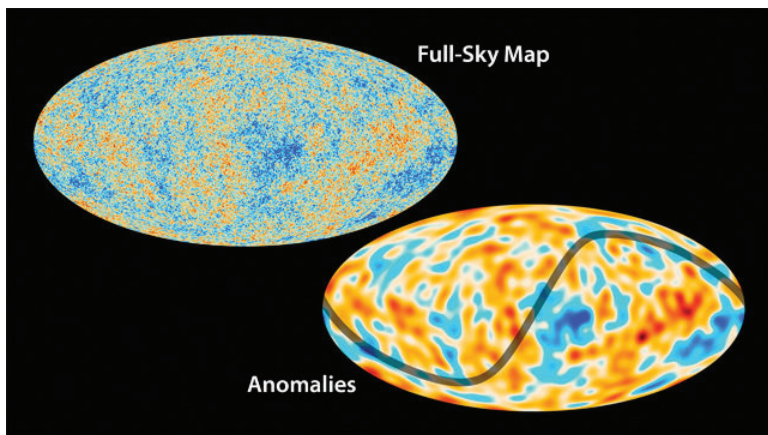


Рис. 46.

Двигается Солнце относительно реликтового излучения в направлении границы созвездий Льва и Чашы к точке с экваториальными координатами $\alpha = 11^{\text{h}} 12^{\text{m}}$ и $\delta = -7,1^\circ$ (эпоха J2000). А это соответствует галактическим координатам $l = 264,26^\circ$ и $b = 48,22^\circ$.

Учет движения самого Солнца в Галактике показывает, что относительно всех галактик Местной группы Солнце движется со скоростью 316 ± 5 км/с в направлении $l_0 = 93^\circ \pm 2^\circ$ и $b_0 = -4^\circ \pm 2^\circ$. Поэтому движение самой Местной группы относительно реликтового излучения происходит со скоростью 635 км/с в направлении около $l = 269^\circ$ и $b = +29^\circ$. Это примерно под углом 45° относительно направления на центр скопления галактик в Деве (Virgo).

Изучение движений галактик в еще большем масштабе показывает, что совокупность ближайших скоплений галактик (119 скоплений из каталога Абеля в пределах 200 Мпк от нас) движется как целое относительно реликтового излучения со скоростью около 700 км/с.

Выходит, что из измерений движения Земли относительно реликтового фона следует вывод о движении большой совокупности галактик со скоростью 700 км/с относительно «нового эфира». То,

что такая большая масса имеет столь быстрое движение, оказалось полной неожиданностью для теоретиков.

Таким образом, наша окрестность Вселенной плывет в море реликтового излучения с довольно заметной скоростью относительно космических масштабов «подлунного мира».

В настоящее время становится уже чуть ли не «дурным тоном», если в работах по космологии и теоретической астрофизике не присутствует обсуждение экспериментов с реликтовым излучением, подобных тому, что упоминается выше. Астрофизики неоднократно обращали внимание на то, что сам факт существования реликтового излучения и связанной с ним выделенной системой отсчета отводит этому излучению роль так называемого «нового эфира». Но релятивисты утверждают, что ничего необычного в этом нет, поскольку согласно их мнению все физические измерения в этой системе отсчета эквивалентны измерениям в любой другой инерциальной системе отсчета.

Действительно, такое утверждение имеет силу, если предположить, что реликтовое излучение не отражает собой свойств пространства. В этом случае, оно должно быть отделено от него. Точно так, как некий газ не имеет ничего общего с пустотой сосуда, в который он помещён.

Иными словами, пространство Вселенной – само по себе, а реликтовое излучение представляет собой как бы обыкновенное материальное тело, помещённое в это пространство. Это «тело» может покоиться относительно пространства, а может и двигаться относительно него.

Только так в СТО возможно спасти принцип относительности. Хотя при этом остаётся открытым вопрос: если пространство и реликтовое излучение всё же независимые друг от друга объекты, то при расширении пространства какому третьему телу отдают свою энергию реликтовые фотоны? Без ответа на этот вопрос утверждение релятивистов голословны [97, 98].

Казалось бы, что на этом эпизоде можно было бы закончить повествование о свойствах реликтового излучения. Но не тут то было, экспериментальная астрофизика преподнесла ещё один сюрприз. Наряду с дипольной анизотропией реликтового микроволно-

вого излучения астрономам впервые удалось зафиксировать в нем сигнал, оставленный молниеносным расширением пространства, которое произошло в первые мгновения после Большого взрыва. В первую триллионную часть секунды после Большого взрыва гравитационная волна оставила в нём характерный росчерк в виде особой поляризации его структуры, которая показана на рисунке 47.

По современным представлениям, это произошло 13,7 млрд лет назад. За эту невообразимо малую долю секунды зародыш Вселенной вырос от нуля до размеров мячика для игры в пинг-понг. Такое «молниеносное» расширение должно было оставить очень определенный по сигнатуре сигнал в реликтовом микроволновом излучении, которое является современным эхом Большого взрыва.

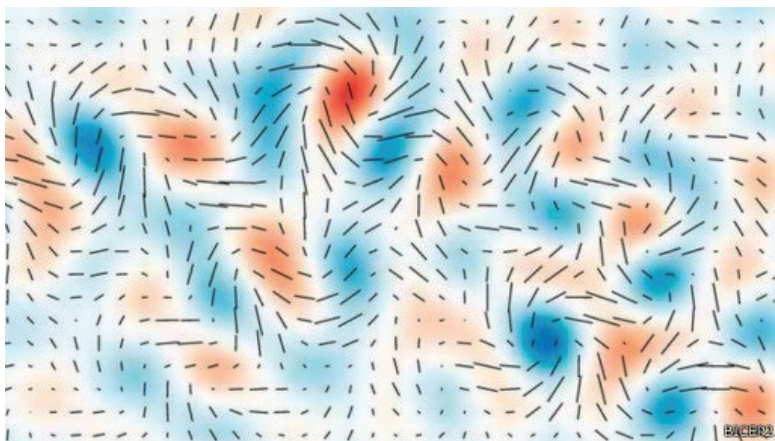


Рис. 47.

И вот теперь участники проекта BICEP2 утверждают, что этот сигнал зафиксирован. Они называют его поляризацией Б-модус. Он имеет вид характерного смещения в пространственных свойствах реликтового излучения. Только гравитационные волны, которые распространялись во Вселенной в указанной фазе «взрыва», могли сгенерировать такой сигнал.

Данный сигнал интересен тем, что он делает анизотропным пространство образующейся будущей Вселенной. Действительно, теоретическая стандартная модель однородного пространства

была не в состоянии объяснить математически непротиворечивым образом неоднородность Вселенной, которая сейчас наблюдается в виде звёзд, собранных в галактики. Теперь найдена экспериментальная «зацепка» для создания будущей безупречной математической модели существующей Вселенной. А сколько ещё неожиданных астрофизических открытий несёт в себе реликтовый микроволновой фон Вселенной?! [99]

С открытием реликтового излучения анизотропия мира Земли получила необычайное по силе подтверждение. Реликтовое излучение, равномерно заполняющее всю Вселенную, служит как бы тем «старым» всепроникающим мировым эфиром – идеальной системой отсчета, охватывающей всю Вселенную.

Эфир «старой физики» был придуман в XVIII веке, чтобы избежать относительности движения и покоя. В этом понимании (представлении) абсолютный покой – это покой по отношению к эфиру, а абсолютное движение – это движение по отношению к эфиру.

«Старому эфиру» приписывались свойства полной проницаемости и вместе с тем упругости, чтобы, например, электромагнитные волны можно было понимать как упругие колебания эфира. Конечно же, в современном понимании такого эфира в природе не существует. Поскольку, с одной стороны, покой и равномерное прямолинейное движение всегда относительны, а электромагнитные волны в фотонном представлении могут распространяться и в полном вакууме. А с другой стороны, есть дипольная анизотропия реликтового электромагнитного фона Вселенной (абсолютная система отсчёта) и абсолютная величина ускорения тел. Нужна новая теория электромагнитного эфира, в которой будет место и реликтовому излучению, и межгалактическому красному смещению, и абсолютной системе отсчёта с её абсолютным ускорением и скоростью.

Это пожелание актуально, поскольку в копилку данных о реальности физических свойств пространства (наличии «нового эфира») поступают всё новые факты. Так, например, накапливаются расхождения между наблюдаемыми и расчётными расстояниями между Землей и Венерой (аналогичные работы проводятся и с другими планетами Солнечной системы).

Расхождения получены по радарным измерениям времени за-

держки сигнала, проведённым в период с 1961 по 1966 гг. В них обнаружили вариации, которые были на 30000 % больше ожидаемой погрешности. Причём отличаются они от наиболее точных пригонок по общей теории относительности, какие только смогла произвести лаборатория Линкольна США. Вариации не случайны, а связаны с относительной лучевой скоростью движения сигнала между планетами и прохождением сквозь прилегающую к ним плазму. Эти вариации доказывают, что относительная скорость света в космосе представляет собой некую форму закона $c+v$, а не равна c , как предсказывает теория относительности Эйнштейна.

В этом же плане интересна система GPS (глобальная позиционная система), поскольку она тоже работает по методу радиолокации с наземных станций слежения и группы искусственных спутников (числом до 24-х, образующих навигационную сеть, которая, словно клубок, опутывает всю Землю). GPS-модуль, встроенный в мобильное устройство, принимает радиосигналы, посланные несколькими спутниками. В этих сигналах закодирована информация о положении каждого спутника (отслеживаемом станциями), а также время излучения сигнала, заданное сверхточными часами.

Вычитая это время из времени приёма сигнала, GPS-приёмник находит время T движения радиоимпульса, а по нему и расстояние $L=CT$ до спутника. Измерив расстояния L_1, L_2, L_3, L_4 до трёх-четырёх спутников и располагая их координатами, микроЭВМ из тригонометрии рассчитывает положение GPS-приёмника на земной поверхности. Также GPS позволяет, последовательно (с интервалом в секунду) измеряя положение приёмника, находить его скорость движения.

Спутники навигационной системы выводят на орбиты радиуса R порядка 26000 км, то есть они летят на высоте около 20000 км над Землёй, имеющей радиус $r = 6400$ км. На такой орбите скорость V спутников составляет около 4 км/с. При преодолении расстояния в 20000 км важна поправка на скорость распространения сигнала. А поскольку для скорости прихода радиосигнала $C'=C-Vr$, посланного спутником к приёмнику, важна лишь составляющая Vr скорости V источника волн вдоль луча зрения (лучевая скорость спутника в системе отсчёта неподвижного эфира), то поправ-

ка расстояния $\Delta = LVr/C$ (точный расчёт мы опускаем, поскольку этот пример качественный). В самом общем случае скорость сигналов $C' < C$ (здесь необходимо использовать векторное сложение скоростей), если она совпадает со скоростью планеты и спутника (спутник удаляется от приёмника ($Vr > 0$)), и $C' > C$, если спутник приближается к приёмнику ($Vr < 0$). Наконец, $C' = C$, если скорость V спутника и планеты перпендикулярна лучу зрения ($Vr = 0$). Расчёты показывают, что в рассматриваемом случае средняя ошибка измерения расстояния $\Delta = 27$ м. Это значение того же порядка, что и ошибка обычных GPS-навигаторов. Тогда как по теории СТО такой ошибки, связанной со скоростью распространения сигнала, быть не должно.

Но и эта средняя ошибка в 27 м относится лишь к расстоянию до одного спутника, а для расчёта координат нужны данные трёх-четырёх спутников. Это позволяет корректировать результат вычислений, в котором учитывается общая поправка координат. И более того, коррелировать данные измерений по высоте и по горизонтали, так что ошибка в определении проекции точки на земной шар снизится ещё в 1,5 раза. В итоге средняя поправка к горизонтальным координатам составит всего 5–10 м. На такой порядок ошибки по горизонтали и заявляют производители навигационных систем GPS, ГЛОНАСС и их европейский аналог GPS – GALILEO.

Наука и практика накапливают опыт использования радиоволн в космическом пространстве, и нет никаких сомнений в том, что при этом будут обнаружены (открыты) новые факты, иллюстрирующие анизотропию космического пространства [100,101].

19.2. Эфир в работах А.Эйнштейна

С ходу разобраться с проблемой эфира и принципом относительности легко не получается. Действительно, даже сам ниспровергатель эфира А. Эйнштейн в этом вопросе метался из стороны в сторону.

С одной стороны, А. Эйнштейн в своей работе «Принцип относительности и его следствия в современной физике» (1910 г.) в § 5 «О двух произвольных гипотезах, неявно содержащихся в привыч-

ных понятиях времени и пространства» категорически отрицает существование эфира, полагая, что принцип относительности – это не гипотеза Г. Галилея, а установленный строго экспериментально научный факт, являющийся одним из основных законов природы. Здесь (в этом месте текста) уместно напомнить о материале, который изложен в главе 6 «Верификация принципа относительности» настоящей книги, где показано, что прямая верификация принципа относительности невозможна по многим причинам, а поэтому в физике она так и не была проведена к настоящему моменту времени.

Но вернёмся к статье великого релятивиста, в которой он пишет: *«Мы видели, что, допуская существование эфира, мы экспериментальным путем пришли к необходимости рассматривать эту среду как неподвижную. Затем мы видели, что обоснованная таким образом теория позволяет предсказать основные экспериментальные факты. Тем не менее она имеет один пробел: она не признает принципа относительности, что находится в противоречии с экспериментальными данными. Таким образом, возникает вопрос: нельзя ли согласовать основные положения теории Лоренца с принципом относительности? Первым шагом к этому является отказ от гипотезы эфира. В самом деле, с одной стороны, мы должны были признать неподвижность эфира; с другой стороны, принцип относительности требует, чтобы законы явлений природы, отнесенные к системе отсчета S' , находящейся в равномерном движении, были идентичны законам тех же явлений, отнесенных к системе отсчета S , неподвижной по отношению к эфиру. Поэтому нет оснований допускать, как этого требуют теория и эксперимент, существование эфира, неподвижного по отношению к системе S , не делая такого допущения по отношению к системе S' . Эти две системы отсчета не могут отличаться одна от другой; признавая это, нелепо отводить роль одной из систем, считая ее неподвижной по отношению к эфиру. Отсюда следует, что нельзя создать удовлетворительную теорию, не отказавшись от существования некоей среды, заполняющей все пространство»* [102, 103].

А с другой стороны, существует строго противоположное мне-

ние А. Эйнштейна на эту же тему. По этому поводу к месту и не к месту широко цитируется достаточно показательное утверждение, взятое из той же работы А. Эйнштейна, касающейся также физических оснований принципа относительности и его последствий использования в теоретической физике: *«Нельзя создать удовлетворительную теорию, не отказавшись от существования некоей среды, заполняющей все пространство»*. Иными словами, А. Эйнштейн признавал принцип относительности, но в то же время глубоко осознавал (понимал), что в физике пустого пространства Вселенной без эфира не обойтись [104].

Чётко осознавая значимость материальности пространства, А. Эйнштейн в последующих своих работах писал уже более конкретно о соотношении «эфира» и теории относительности (1920 г.): *«Резюмируя, можно сказать, что общая теория относительности наделяет пространство физическими свойствами, таким образом, в этом смысле эфир существует. Согласно общей теории относительности пространство немислимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но не могли бы существовать масштабы и часы, и не было бы никаких пространственно-временных расстояний в физическом смысле слова»* [105].

Та же самая мысль, но уже чуть-чуть позже, прослеживается в оценочно-перспективной работе об эфире в физике (1924 г.): *«Мы не можем в теоретической физике обойтись без эфира, т.е. континуума, наделенного физическими свойствами, ибо общая теория относительности, основных идей которой физики, вероятно, будут придерживаться всегда, исключает непосредственное дальное действие, каждая же теория близкого действия предполагает наличие непрерывных полей, а следовательно, существование эфира»* [106].

По-видимому, в качестве наивысшего достижения А. Эйнштейна на его нелегком поприще теоретика, когда ему приходилось трактовать физический смысл электромагнитных полей и эфира, остается следующее его признание: *«Между тем ближайшее рассмотрение показывает, что специальная теория относительности не требует безусловного отрицания эфира. Можно при-*

нять существование эфира; не следует только заботиться о том, чтобы приписывать ему определенное состояние движения; иначе говоря, абстрагируясь, нужно отнять у него последний механический признак, который ему еще оставил Лоренц. Позднее мы увидим, что общая теория относительности оправдывает такое представление...

С другой стороны, можно привести некоторый важный аргумент в пользу гипотезы об эфире. Отрицать эфир – это в конечном счете значит принимать, что пустое пространство не имеет никаких физических свойств. С таким воззрением не согласуются основные факты механики...

Эфир общей теории относительности есть среда, сама по себе лишенная всех механических и кинематических свойств, но в то же время определяющая механические (и электромагнитные) процессы» [107].

Как известно, в свое время Эйнштейн сетовал, что отказ от эфира в какой-то мере мотивируется еще и тем, что уж к больно сложной механической модели в таком случае приходится прибегать [108].

Однако «...среда... лишенная всех механических и кинематических свойств, но в то же время определяющая механические (и электромагнитные) процессы», так называемая кривизна пространства общей теории относительности, – это намного проще или всё же нет? Конечно же, будет намного элементарнее представить, например, реликтовое излучение, которое являет собой материальную среду, в качестве некой стандартной инерциальной системы отсчёта. А относительно уже этой системы отсчёта можно будет вообразить и абсолютную скорость движения тел (обсуждение проблемы «нового эфира» в связи с принципом Маха можно найти в книге: Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. *Строение и эволюция Вселенной*. – М., 1975).

Следует признать, что растерянность и пессимизм – это частый атрибут науки, но, как правило, временный. Действительно, достаточно обратиться к творчеству «отца классической электродинамики» Д. К. Максвеллу, как сразу же обнаруживаются и необходимый оптимизм, и научная интуиция, и удивительное предвидение:

«Если мы хотим открывать законы природы, мы можем достичь этого лишь путем возможно более точного ознакомления с явлениями природы, а не путем выражения философским языком неопределенных мнений человека, который вовсе не обладает знанием тех фактов, которые больше всего проливают света на эти законы...

С какими бы трудностями в наших попытках выработать состоятельное представление о строении эфира ни приходилось нам сталкиваться, но несомненно, что межпланетное и межзвездное пространства не суть пространства пустые, а заняты материальной субстанцией или телом, самым обширным, и, нужно думать, самым однородным, какое только нам известно...

Однако, говоря об энергии поля, я хочу, чтобы меня понимали буквально. Вся энергия есть то же, что и механическая энергия, независимо от того, существует ли она в форме движения или в форме упругости или в какой-либо другой форме. Энергия электромагнитных явлений есть механическая энергия...

Едва ли мы можем избежать вывода, что свет состоит из поперечных колебаний той же самой среды (эфира), которая является причиной электрических и магнитных явлений” [109,110].

19.3. Электродинамика и принцип относительности

Новый этап в развитии «старой» волновой теории светоносного эфира начался с работ двух гениальных физиков середины 19-го столетия: экспериментов М. Фарадея и теоретических обобщений этих исследований, выполненных Дж. Максвеллом. Многолетними трудами упомянутых учёных были заложены основы современной электродинамики. Именно их усилиями в физику вошли представления об электромагнитном эфире, как особой среде, посредством которой осуществляются все известные электромагнитные процессы, включая и световые явления. Причём не в виде декларируемых «теоретических» фантазий (положений или принципов, положенных в основание феноменологических теорий), а представленные конкретными опытами с заряженными и магнитными телами и электрическими токами, описанием физических моделей внутренних механизмов электромагнитных явлений и их строгим математическим отображением.

Если оглянуться на историю электродинамики, то обнаружим, что с 1831 г. М. Фарадей сосредоточил все свои силы на развитии учения об электричестве. Именно с этого года он начал печатать в журнале «Philosophical Transaction» свои «Experimental researches in electricity» («Экспериментальные исследования по электричеству»), продолжавшиеся до 1885 г., которые составили в общей сложности 30 серий, включавшие в себя более чем 3000 параграфов. Обратим внимание на то, что уже в первой серии этих исследований содержится открытие (описание) гальванической индукции (в современном обозначении – электромагнитной индукции Фарадея). Особая значимость этого явления состоит в том, что оно указывает не только на прямую взаимосвязь между электрическими и магнитными явлениями, но и на их общую физическую природу (причину происхождения).

В конце 50-х годов этого же века Дж. Максвелл заинтересовался и увлёкся именно этими работами М. Фарадея. Очень может быть, что основным побуждением, которое заставило Дж. Максвелла заняться разработкой электродинамики (вовсе не требовавшейся наукой тех лет), было восхищение новыми идеями Фарадея, связанными с вводом в физику нового, необычного, неосознаваемого и невидимого материального тела, обозначаемого понятием «силового поля». Под этим термином понималась некая материальная среда, посредством которой осуществлялось взаимодействие между зарядами. М. Фарадей, а следом за ним и Дж. Максвелл (как и И. Ньютон) принципиально отвергали наличие в природе силового взаимодействия тел на расстоянии, осуществляемого без участия промежуточного «передаточного» агента силы.

Причём сами идеи были столь оригинальными, что ученые того времени не способны были воспринять их и оценить их значимость для физики. Тогдашнему поколению физиков-теоретиков, воспитанных на строгих общепринятых понятиях и математическом изяществе работ Лапласа, Пуассона и Ампера, мысли Фарадея казались слишком расплывчатыми, а для физиков-экспериментаторов они были слишком мудреными и абстрактными. Это отношение к работам М. Фарадея достаточно хорошо выражено в замечании американского физика Роберта Милликена, который

писал, что «...формалисты школы Ампера – Вебера... с тайным, а иногда и явным презрением смотрели на «грубые материальные» силовые линии и трубки, порожденные фантазией переплетчика и лабораторного сторожа Фарадея», и если бы не Максвелл, который «...облек плебейски обнаженные представления Фарадея в аристократические одежды математики», то о них бы и не знали вовсе.

Фарадей вводит понятие о силовых линиях. Пока речь идет об электродинамических процессах в веществе, он рассматривает силовые линии как формальные линии действия силы в структуре вещества, а не реальные образования. Но его постоянно мучает вопрос, а как же передается действие силы в вакууме? Об этом он пишет в своём дневнике: «Может быть, позволительно предполагать здесь, как и в других областях, гипотетический эфир?».

Считая пространство заполненным особой средой – эфиром, Фарадей рассматривает силовые линии в вакууме как материальные образования, подобные «резиновым жгутам», находящимся в натянутом состоянии. Понятие силовых линий позволяет ему более определенно сформулировать закон электромагнитной индукции: «Количество электричества, вовлеченное в движение, прямо пропорционально количеству пересеченных линий», т. е. ЭДС индукции возникает лишь тогда, когда проводник пересекает силовые линии. Всё это лежало далеко за пределами воображения физиков-теоретиков, пользующихся представлением о мгновенной передаче силы от тела к телу через пустое пространство.

Действительно, лишь Дж. Максвелл смог уловить (понял смысл) и высоко оценить не только сами идеи М. Фарадея (представления о полевой природе электромагнетизма), но и сам образ его мышления, который был скорее конкретно-математическим, чем абстрактным. В предисловии к своему знаменитому «Трактату» он писал: «Приступив к изучению труда Фарадея, я установил, что его метод понимания явлений был также математическим, хотя и не представленным в форме обычных математических символов. Я также нашел, что этот метод можно выразить в обычной математической форме и, таким образом, сравнить с методами профессиональных математиков. Так, например, Фарадей видел силовые линии, пронизывающие все пространство, там, где математики ви-

дели центры сил, притягивающих на расстоянии. Фарадей видел среду там, где они не видели ничего, кроме расстояния. Фарадей предполагал источник и причину явлений в реальных действиях, протекающих в среде, они же были удовлетворены тем, что нашли их в силе действия на расстоянии, приписанной электрическим флюидам».

Особенно привлекала Дж. Максвелла идея физического (материального) поля. Как бы желая подчеркнуть, что электромагнитный эфир как материальная среда всех электродинамических явлений есть главное в его теоретической работе о «фарадеевых силовых линиях», Дж. Максвелл заканчивает своё сочинение следующими словами: «Если мы примем эту среду в качестве гипотезы, то я считаю, что она должна занимать выдающееся место в наших исследованиях и что нам следовало бы попытаться сконструировать рациональное представление обо всех деталях ее действия, что и было моей постоянной целью в этом трактате» [111].

Напомним, что понятие электрического и магнитного поля появились в электродинамике почти одновременно с зарождением самой электродинамики. Вначале М. Фарадей, а затем и Дж. Максвелл ввели эти понятия, чтобы исключить дальное действие во взаимодействиях между электрическими зарядами. Взаимодействие между зарядами, осуществляемое на расстоянии без передаточного агента силы – силового поля – ими полностью исключалось. По мысли авторов, хотя силовые поля и представляли собой некоторые умозрительные модели, но тем не менее делали эти взаимодействия более наглядными («офизичивали» процесс взаимодействия зарядов) и упрощали расчеты. В своём трактате по этому поводу Дж. Максвелл писал: «Я не думаю, чтобы теперь пришло уже время составить себе окончательное представление о сущности электричества, и вижу главную заслугу временной теории в том, чтобы она руководила экспериментом, не препятствуя в то же время появлению истинной теории. Приведёт ли применение теории этих функций к учению об электричестве к новым полезным для физических исследований математическим идеям, покажет будущее».

Под «полем» творцы электродинамики предполагали некоторую «деформацию» старого светоносного эфира, заполняющего

все мировое пространство. Хотя и до этого времени мировому эфиру приходилось причислять странные и противоречивые свойства, но и в этом случае в его существовании, а тем более в наличии приписываемых ему новых электромагнитных свойств (в середине 19-го века), никто из учёных не сомневался.

Математическая теория поля Фарадея – Максвелла создавалась в рамках механики жидкостей и газа с использованием формализма векторных полей скоростей и ускорений при описании моделей сплошной среды эфира. Математическая теория Максвелла вводит в физику фундаментальное понятие единого электромагнитного поля. «Теория, которую я предлагаю, – пишет Максвелл, – может быть названа теорией электромагнитного поля, потому что она имеет дело с пространством, окружающим электрические и магнитные тела; она может быть также названа динамической теорией, поскольку она допускает, что в этом пространстве имеется материя, находящаяся в движении, посредством которой и производятся наблюдаемые электромагнитные явления». И далее: «Электромагнитное поле – это та часть пространства, которая содержит и окружает тела, находящиеся в наэлектризованном или намагниченном состоянии».

Заметим, что всякая мысленная модель природного явления обладает теми свойствами, которые были выделены (выявлены или обнаружены) её автором в результате обобщения всех данных о наблюдаемом реальном феномене. Например, электрическое поле создается зарядами, следовательно, согласно представлениям родоначальников электродинамики, заряды «деформируют» мировой эфир. Эта «деформация» приводит к тому, что в любой точке электрического поля на заряд действует сила, пропорциональная этому заряду. Коэффициент пропорциональности (в современном математическом представлении – это напряженность поля $E(r)$) и стал единственной характеристикой электрического поля.

Сложнее было с оценкой параметра, характеризующего интенсивность магнитного поля. Но и ему нашли аналогичный математический определяющий параметр – напряженность магнитного поля $H(r)$, характеризующую «вращательную способность» поля (момент сил, действующий на единичный магнитный момент).

В этих представлениях некоторое затруднение (связанное с кажущейся легкостью восприятия) вызывала экспериментально обнаруженная связь между электрическими и магнитными явлениями – феномен электромагнитной индукции М. Фарадея. Это было не случайное открытие, а некий своеобразный поиск «неизвестного» феномена сплошной среды, но с ожидаемым результатом явления (обнаружения) взаимодействия (взаимообусловленности) загадочных электрических и магнитных «деформаций» мирового эфира, физическую природу которых до сих пор не удалось разгадать и современной науке. Этот феномен отражается в математическом соотношении ($d\Phi/dt$).

В уравнениях Максвелла заключено все учение об электричестве и магнетизме! Глядя на лаконичную форму этих уравнений, как не вспомнить Ньютона: «Природа проста и не роскошествует излишними причинами». Не случайно Герц, придавший уравнениям Максвелла тот вид, в котором они ныне пишутся (это же было сделано и Хевисайдом), говорил: «Нельзя изучать эту удивительную теорию, не испытывая по временам такого чувства, будто математические формулы живут собственной жизнью, обладают собственным умом – кажется, что эти формулы умнее нас, умнее даже самого автора, как будто они дают нам больше, чем в свое время в них было заложено».

Напомним, что Дж. Максвелл начал разрабатывать теорию электромагнитного поля с 1855 г. и в окончательном виде оформил её в работе под названием: «Трактат по электричеству и магнетизму», который вышел в 1873 г.

Хотя явление электромагнитной индукции М. Фарадея было изучено с достаточной полнотой, причём были даже построены механические аналоги механизма образования электродвижущей силы индукции и получено четкое математическое отображение её закономерности, но тем не менее осталась полная неопределённость в ясном понимании сути феномена.

Действительно, фактически даже на момент создания СТО, то есть через 74 года с момента открытия в 1831-м году закона электромагнитной индукции Фарадеем, имелось две её формулировки, причём принадлежащие одному и тому же математическому

соотношению – скорости изменения магнитного потока ($d\Phi/dt$) в единицу времени, где Φ – магнитный поток, t – время, d – математический оператор изменения.

Одна из них – «генераторная» – была экспериментально выявлена Фарадеем и утверждала, что электродвижущая сила индукции (E) в замкнутом контуре прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока, проходящего через контур, то есть:

$$E = d\Phi/dt \quad (97).$$

Другая – «полевая» – предложенная Максвеллом, была сделана в виде утверждения, казалось бы тождественного фарадеевской формулировке, но тем не менее имела совершенно иную физическую суть. Действительно, она утверждала, что изменение магнитного потока вызывает в данной области пространства появление вихревого электрического поля E , то есть электрического поля, замкнутого самого на себя (геометрически это поле выглядит в виде вихря, охватывающего изменяющийся во времени магнитный поток).

$$\text{rot } E = d\Phi/dt \quad (98).$$

Переменное магнитное поле порождает вихревое электрическое поле. Если в переменном магнитном поле находится замкнутый проводник, то вихревое электрическое поле приводит в движение заряженные частицы этого проводника. Так возникает индукционный электрический ток, который наблюдался в эксперименте М. Фарадея.

Большинство исследователей творчества Дж. Максвелла «полевую» формулировку связывают с чисто умозрительными (теоретическими) изысканиями Дж. Максвелла и полагают, что она возникла при реализации математической идеи сохранения симметрии уравнений по аналогии с гипотезой (феноменом) образования магнитного поля от токов смещения.

Да и на первый взгляд кажется, что обе формулировки отражают собой одно и то же природное явление, и, более того, при этом полагалось, что «полевая» формулировка охватывает практически все известные опыты обнаружения электромагнитной индукции, то есть она шире «генераторной» и полностью включает её в себя.

Однако впоследствии, в специально поставленных опытах, было выявлено их существенное различие, в них «полевая» фор-

мулировка не могла объяснить ни отсутствие электрического тока при изменении магнитного потока через замкнутый контур, ни наличие тока при постоянстве магнитного потока через контур. Но тем не менее возникшая экспериментальная проблема после создания СТО как бы сама собой исчезла из поля зрения физиков, а «полевая» формулировка единолично стала отражать собой математический аналог явления электромагнитной индукции Фарадея.

Изложенный выше исторический факт наличия двух механизмов реализации у одного и того же природного явления, отображаемом одной и той же математической закономерностью, представляет собой ярчайший пример, когда математика формально правильно воспроизводит количественную часть обоих физических процессов, но в то же время не имеет четких физических представлений о природной сути (или внутренних механизмах) самого явления. Действительно, она не различает эти два механизма реализации явления, а попросту говоря —обезличивает их. Тем самым математика, обобщая только внешние признаки рассматриваемых явлений, тем самым чудовищно коверкает (искажает) их внутреннее материальное естество (а по сути, сам предмет исследования), сводя его в конце концов к аморфной математической абстракции.

Начнём с того, что явление электромагнитной индукции, которое было экспериментально открыто М. Фарадеем, его автор формулировал так: «Заряд Δq , прошедший по замкнутой цепи, пропорционален изменению магнитного потока $\Delta\Phi$, пронизывающего электрический контур, и обратно пропорционален сопротивлению цепи R » [112]. Иными словами:

$$\Delta q = \Delta\Phi/R \quad (100).$$

Со временем эта формулировка претерпела некоторые изменения. Не следуя исторической достоверности, эти преобразования можно представить так. Запишем соотношение (99) в дифференциальной форме: $dq = d\Phi/R$. Заряд dq , прошедший по цепи за время dt , определяется величиной силы электрического тока I . Иными словами: $dq = Idt$.

Подставив это значение заряда в формулу (99) получим: $dq = Idt = d\Phi/R$,

$$\text{или} \quad I = \frac{1}{R} \frac{d\Phi}{dt} \quad (101).$$

Умножим (100) на сопротивление контура R . Получим:

$$IR = E = \frac{d\Phi}{dt} \quad (102),$$

где $E = IR$ – электродвижущая сила (ЭДС) индукции в контуре (закон Ома).

Для оценки направления индукционного тока российский академик Э. Ленц ввел в соотношение (101) знак « $\rightarrow$ » («правило Ленца»). С поправкой Ленца получаем выражение основного закона электромагнитной индукции для замкнутого проводящего контура в той форме, в которой он вошел в учебники по электродинамике:

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (103).$$

И если у М. Фарадея магнитный поток, силовые линии которого пересекают проводник, перемещает по нему электрический заряд, то, согласно формулировке Д. Максвелла, переменный во времени магнитный поток $\Delta\Phi/\Delta t$ создает в пространстве, где расположен проводник, вихревое электрическое поле (**E**). В дифференциальной форме это соотношение выглядит так:

$$\text{rot} \mathbf{E} = d\Phi/dt \quad (104).$$

Но это уже совершенно другой процесс, хотя в обоих случаях речь идет об изменении магнитного потока $\Delta\Phi$. Но это не одно и то же: это возникновение вихревого электрического поля по причине изменения магнитного поля в данной области пространства!

Вихревое электрическое поле – это результат творчества Максвелла, и оно существенно отличается от электростатического. Силовые линии электростатического поля (которое было исследовано Кулоном), как известно, разомкнуты: они начинаются и заканчиваются на зарядах или в бесконечности. Электростатическое поле может перенести заряд из точки 1 в точку 2, но оно не может вернуть его в исходное положение. Электростатическое поле Ку-

лона – это потенциальное поле. Математически это соответствует утверждению, что циркуляция вектора напряжённости электростатического поля по замкнутому контуру (охватывающему электрический заряд) равна нулю.

$$\oint_L \boldsymbol{\varepsilon} d\mathbf{l} = \mathbf{0} \quad (105).$$

Тогда как вихревое электрическое поле, созданное переменным магнитным полем, имеет замкнутые силовые линии, поэтому оно способно перемещать заряды по замкнутому контуру, охватывающему переменный магнитный поток.

$$\oint_L \boldsymbol{\varepsilon} d\mathbf{l} = \mathbf{E} \quad (106).$$

А в согласии с электромагнитной индукцией Фарадея

$$\mathbf{E} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (\text{см. формулу (103)}),$$

$$\text{или} \quad \mathbf{E} = \oint_L \boldsymbol{\varepsilon} d\mathbf{l} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (107).$$

Физический смысл этого выражения совершенно другой, чем у Фарадея. Действительно, если у Фарадея изменяющийся магнитный поток перемещает по проводнику электрический заряд (так называемая «генераторная» формулировка явления э/м индукции), то согласно формуле 105 переменный во времени магнитный поток ($\Delta\Phi/\Delta t$) создает в проводнике электрическое поле ($\mathbf{E}$). В соотношении (106) нет ни тока, ни электрических зарядов. Создается иллюзия, что электрическое поле может быть получено непосредственно из магнитного поля – без участия электрических токов и зарядов. Ничего подобного из экспериментов Фарадея не следует, а строгость математических преобразований не гарантирует тождественность *физического* содержания природного явления.

За два столетия развития электродинамики определение Фарадея было практически забыто, а «законом электромагнитной индукции Фарадея» сегодня повсеместно называют его «максвелловскую» формулировку (105). М. Фарадей не открывал явление взаимопревращения магнитного и электрического полей. Это прямая заслуга математической интуиции Д. Максвелла.

И сия двойственность в объяснении сущности одной и той же математической записи разных природных явлений как одна из важнейших проблем электродинамики известна ещё со времён М. Фарадея и Д. Максвелла. На этот факт ещё в 1861 году обратил внимание сам Д. Максвелл, поскольку именно он является прародителем математической («полевой») трактовки э/м индукции. В своей работе «О физических силовых линиях», во второй половине второй части этого труда, Д. Максвелл даёт отдельное физическое объяснение для каждого из этих двух механизмов явления. Причём оба случая объясняются одинаково – за счёт движения магнитных силовых линий. Для Максвелла электромагнитный эфир, заполняющий мировое пространство в тех объёмах, где есть магнитное поле, имеет структуру, которая проявляется в виде магнитных силовых линий. Движение этих линий по любой причине (пространственное перемещение железного магнита или увеличение электрического тока в проводнике, приводящего к появлению новых силовых линий, а, следовательно, к их движению) всегда приводит к возникновению электрического поля, то есть к явлению электромагнитной индукции, открытой Фарадеем. Именно так представлял себе процесс возрастания магнитного потока в замкнутом контуре Максвелл, он писал, что «...по мере возрастания... тока <в индукционной катушке> появляются новые линии и постепенно распространяются вовне, так что вся система разворачивается изнутри» [113].

Именно своими опытами М. Фарадей положил начало изложенной выше проблеме электромагнитной индукции. Она возникла из необходимости дать объяснения работе двум устройствам, творениям М. Фарадея: униполярному электрическому генератору и прообразу будущих трансформаторов – двум катушками из медного изолированного провода, расположенным на кольцевом железном сердечнике. Именно эти два устройства породили описанную выше проблему «генераторной» и «полевой» трактовки механизма индукции.

Заметим, что «полевая» трактовка индукции подкреплена только одним-единственным экспериментом с двумя трансформаторными катушками (в различных модификациях их исполнения и взаиморасположения).

Тогда как «генераторная» имеет несколько десятков невзаимосвязанных (оригинальных) подтверждающих опытов. Например, в униполярной машине магнитный поток, проходящий через замкнутый контур, не изменяется во времени, то есть электрическое поле как таковое не индуцируется ($df/dt = 0$). Но машина исправно генерирует электрический ток.

Тогда как в опыте Геринга (в так называемом парадоксе Геринга) всё совершается в точности до наоборот. Происходит 100% изменение магнитного потока через замкнутый контур, что должно приводить к индуцированию максимального значения электрического поля, а, следовательно, и электрического тока, но в проводящем контуре тока нет. Полное несоответствие «полевой» трактовки электромагнитной индукции с наблюдаемыми явлениями. Парадокс!

На неадекватность «полевой» трактовки указывают и другие общеизвестные ключевые эксперименты, например, опыты Тилли, Корзона, Нусбаума, Бьюли. По этому поводу собираются международные конференции, но проблема далека от разрешения, поскольку сторонников «полевой» трактовки поддерживает математический феноменализм релятивистской и квантовой теорий. И это обстоятельство не даёт ей исчезнуть с арены электродинамики.

Ссылка на эти два аспекта электромагнитной индукции имеется и в некоторых современных университетских учебниках, таких как: *Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 2. М.: Наука, 1978. С. 177.* или *Калашиников С. К. Электричество. Учеб. пособие. 6-е изд. М.: Физматлит, 2004. С. 191.*

А вот как об этом пишет Ричард Фейнман в своих знаменитых лекциях по физике (в 6-м томе главы 17 в разделе «Исключения из правила потока»): «...Мы не знаем никакого аналогичного положения в физике, когда такие простые и точные общие принципы требовали бы для своего реального понимания анализа с точки зрения двух различных явлений».

Согласно мнению многих исследователей, дихотомия сущности явления электромагнитной индукции произошла под влиянием математики, поскольку формально в обоих объяснениях математическая запись изменения магнитного потока имеет один и тот же вид.

Это объясняется тем, что в современный вид уравнения Д. Максвелла преобразовывались (перерабатывались) другими исследователями – Г. Герцем, О. Хевисайдом, Г. Лоренцем, А. Эйнштейном. Приведём лишь один вывод из сборника статей, посвященного 150-летию со дня рождения Д. Максвелла: «Общепотребительная ныне система уравнений Максвелла не соответствует ни одной из систем, данных в работах самого Д. К. Максвелла» [114].

Ранее упоминалось, что разработка (возникновение) СТО была связана именно с решением этой проблемы, являющейся одной из самых жгучих в области электродинамики – с выбором между «генераторным» и «полевым» механизмом электромагнитной индукции М. Фарадея. А. Эйнштейн в своей работе «К электродинамике движущихся тел» в её вводной части об этой теоретической трудности писал так: «Известно, что электродинамика Максвелла в современном ее виде приводит в применении к движущимся телам к асимметрии, которая несвойственна, по-видимому, самим явлениям. Вспомним, например, электродинамическое взаимодействие между магнитом и проводником с током. Наблюдаемое явление зависит здесь только от относительного движения проводника и магнита, в то время как, согласно обычному представлению, два случая, в которых движется либо одно, либо другое из этих тел, должны быть строго разграничены. В самом деле, если движется магнит, а проводник покоится, то вокруг магнита возникает электрическое поле, обладающее некоторым количеством энергии, которое в тех местах, где находятся части проводника, порождает ток. Если же магнит находится в покое, а движется проводник, то вокруг магнита не возникает никакого электрического поля; зато в проводнике возникает электродвижущая сила, которой самой по себе не соответствует никакая энергия, но которая – при предполагаемой тождественности относительного движения в обоих интересующих нас случаях – вызывает электрические токи той же величины и того же направления, что и электрическое поле в первом случае.

Примеры подобного рода, как и неудавшиеся попытки обнаружить движение Земли относительно «светоносной среды», ведут к предположению, что не только в механике, но и в электродинамике никакие свойства явлений не соответствуют понятию абсолютного

покоя и даже, более того, — к предположению, что для всех координатных систем, для которых справедливы уравнения механики, справедливы те же самые электродинамические и оптические законы, как это уже доказано для величин первого порядка. Это предположение (содержание которого в дальнейшем будет называться «принципом относительности») мы намерены превратить в предпосылку и сделать, кроме того, добавочное допущение, находящееся с первым лишь в кажущемся противоречии, а именно, что свет в пустоте всегда распространяется с определенной скоростью V , не зависящей от состояния движения излучающего тела. Эти две предпосылки достаточны для того, чтобы, положив в основу теорию Максвелла для покоящихся тел, построить простую, свободную от противоречий электродинамику движущихся тел.

Введение «светоносного эфира» окажется при этом излишним, поскольку в предлагаемой теории не вводится «абсолютно покоящееся пространство», наделенное особыми свойствами, а также ни одной точке пустого пространства, в котором протекают электромагнитные процессы, не приписывается какой-нибудь вектор скорости» [115].

Но если беспристрастно проанализировать постановку задачи, которую сформулировал А. Эйнштейн, то наряду с физической проблемой электродинамики выявляется его непоколебимая вера в реальность существования принципа относительности, вылившаяся затем в создание СТО.

Изначально только на основании этого убеждения, без теоретического и экспериментального изучения проблемы, автор СТО решился математически «объединить» в единое целое два принципиально разных физических явления. Невзирая на существенное различие рассматриваемых процессов (разную физическую суть явлений), А. Эйнштейн посчитал возможным представить их в виде одного безликого и аморфного математического феномена под названием «закон электромагнитной индукции Фарадея». И это искажение реальности так и вошло в анналы физической науки и, в частности, в электродинамику, как и специальная теория относительности, узаконившая его существование.

Предложение А. Эйнштейна было радикальным, поскольку он

как математик вообще отказывался от разработки физических моделей явлений и всё физические проблемы отдавал на откуп математическому феноменализму с упором на принцип относительности. С момента становления СТО электромагнитная индукция представлялась теперь только символом $d\Phi/dt$ и не более этого. Именно эта символика стала восприниматься как внутренний механизм данного природного явления, а не только как его количественная часть, записанная в виде символов.

В наше время практически не найти инженера, который на вопрос о том, как работает обыкновенный трансформатор, не начал бы свой ответ с озвучивания именно этого математического соотношения. Можно с уверенностью утверждать, что физический механизм работы трансформатора не известен сейчас никому.

А происходило всё именно так потому, что в те годы в теоретической физике перестали разрабатывать физические модели явлений, они стали считаться анахронизмом. Появился тезис: «природа не обязана быть понятной человеку». А поэтому было принято считать вульгарностью даже постановку вопроса, например, о механизме сокращения линейных размеров тел, движущихся с релятивистскими скоростями. Полагалось, что если есть скорость тела, то есть и сокращение его размеров, поскольку это отражено в соответствующем математическом соотношении. Не больше и не меньше.

Только поэтому сторонники современной, или «полевой», трактовки явления электромагнитной индукции бескомпромиссно уверены в том, что движение зарядов возможно только под действием индуцированного электрического поля. Этим же самым обстоятельством они тщетно пытаются объяснить и «генераторную» трактовку индукции, поскольку известны эксперименты, указывающие на иное устройство природы. Заметим, что при этом «полевика» упорно игнорируют силы Лоренца, действующие на те же самые заряды и в тех же самых условиях.

Но, к большому сожалению, приходится констатировать, что приверженцев этого взгляда на природу индукции большинство, поскольку в современной теоретической физике безраздельно господствует математический феноменализм и идёт её полно-

масштабная геометризация. Сталкиваясь с подобным нередким «чудом» на своём жизненном пути, Джеральд Мэсси писал, что «ложь не перестает быть ложью, даже если в неё верят миллионы людей».

Проблема заключена именно в понимании предполагаемой сути, или «механизма», феномена электромагнитной индукции, а не в, казалось бы, бессмысленной казуистике определений, описывающих одно и то же природное явление. Многие исследователи уверены, что нужна четкая определённости в этом вопросе, поскольку только именно с этой позиции можно увидеть реальные перспективы развития электродинамики, а по сути, и всей физической науки.

Хочется отметить, что согласно мнению большинства исследователей, занимающихся изучением основ электродинамики, внутренний механизм явления индукции, описываемый «генераторным» определением Фарадея – Максвелла, имеет больше перспектив в сравнении с его «полевой» трактовкой. Действительно, он требует своей особой материальной конкретики, что сулит широту вариантов предложений в разработке сути явления и размах в его технических приложениях, основанных на широкой аналогии. Например, «генераторная» формулировка предполагает наличие физических свойств у пустого космического пространства, а на разработке этой основы, изучении материальных свойств вакуума могут быть созданы новые системы радиосвязи, ракетная технология передвижения в космосе, космокинетическая энергетика и многое другое.

Тогда как «полевая» трактовка уже выработала свои ресурсы, поскольку это просто математика принципа относительности, а в физическом плане кроме фотонов она предложить уже ничего не может. При этом отметим, что здесь не обойтись без ответа на вопрос, а могут ли толковаться математические понятия и утверждения, возникшие в виде теорем математической разработки теорий, как прямое отражение свойств объектов и процессов реального мира? Действительно, строгость математических соотношений еще не гарантирует сохранение физического содержания природного явления. И мы убеждены в том, что проблему электромаг-

нитной индукции может решить только эксперимент как ответ на вопрос, поставленный уже самой природой. Только поэтому при поиске решения данной проблемы надо четко понимать, что истина здесь многого стоит.

В настоящее время хорошо известно то, что со времён М. Фарадея и Д. Максвелла свойств у магнитного поля значительно прибавилось, поскольку были открыты новые феномены с магнитными полями. На это указывают эффекты с участием магнитных полей, которые были обнаружены в опытах Сигалова, Николаева, Грана, Роднина и многих других исследователей. Особое место в этом перечне занимает открытие явления взаимодействия токов проводимости с электромагнитной волной, суть которого будет изложена ниже. Экспериментальная электродинамика не стоит на месте и, тем самым, стимулирует развитие её теоретической части, потому как упомянутые выше новые свойства магнитного поля не следуют из уравнений Максвелла.

19.4. Явление взаимодействия электрических токов проводимости с электромагнитной волной

Указанный в названии данного параграфа новый физический эффект представляет собой прямое доказательство наличия материальных свойств у пустого пространства, а также свидетельствует о существовании конкретного силового механизма взаимодействия с ним. Явление может быть положено в основание устройств неракетного способа перемещения в космической пустоте и при разработке (создании) космических средств связи, в которых скорость распространения сигнала превышает скорость света.

Общеизвестно, что электромагнитные волны (свет, радиоволны и т. п.), сталкиваясь с преградой, оказывают на неё давление. Механизм возникновения давления заключается в следующем. Электромагнитная волна, попадая на поверхность, например проводящих тел, вызывают в них движение зарядов – индуцированный электрический ток проводимости. Эта часть явления описывается законом электромагнитной индукции Фарадея и лежит в основе

техники всех видов радиосвязи (это не что иное, как индуцированный электрический ток, наведённый в элементах конструкции антенны).

Взаимодействие индуцированного электрического тока с магнитной составляющей этой же самой электромагнитной волны приводит к возникновению механических сил, действующих на проводник. Эти силы и образуют собой давление волны на преграду.

Заметим, что эта часть явления подчиняется общеизвестному закону Ампера, на котором базируется работа всех электрических моторов. Согласно электромагнитной теории света, именно так описывается механизм взаимодействия электромагнитной волны с проводником, который лежит в объяснении эффекта давления света на поверхность.

Согласно гипотезе о корпускулярно-волновой природе электромагнитных волн, механизм давления волны на преграду объясняется результатом передачи фотонами волны своего импульса атомам (или молекулам) вещества, которые образуют собой поверхность тела.

По обоим представлениям (волновой и корпускулярной) расчёты величины давления электромагнитной волны на преграду численно совпадают. При этом вычисления и эксперименты показывают, что величина электрических токов, индуцированных электромагнитной волной даже значительной мощности, ничтожно мала и лежит в пределах от 10^{-12} до 10^{-9} ампер. Именно этим обстоятельством объясняется незначительная величина силы её давления на преграду.

Та же мизерная величина давления следует и из квантовой теории света, поскольку суммарная величина импульса фотонов, которые сталкиваются с преградой за 1 секунду, пропорциональна величине мощности излучения, делённой на величину скорости света. Только по этой причине гипотетические фотонные ракеты фантастов не будут востребованы практикой.

Предсказание нового физического эффекта было сделано при ответе на вопрос о том, а какого значения будет величина силы Ампера, если электрический ток, индуцированный электромагнитной

волной в проводнике, усилить, например, до значений 10^{-3} ампера (примерно в миллиард раз)?

Практически это возможно сделать с помощью стороннего источника ЭДС точно так, как это делается в обычных радио- и телеприёмниках, снабжённых блоком прямого усиления, причём с сохранением первоначальной частоты и фазы волны. Существующие радиотехнические средства позволяют довольно просто производить подобное усиление.

Логика физических построений указывала на то, что данное усиление величины индуцированного тока в принципе не должно изменить условий взаимодействия тока с волной, то есть начальных условий выполнения закона Ампера. Действительно, как в первом, так и во втором случае в магнитном поле волны находится элемент электрического тока, на который, при сохранении взаиморасположения частоты и фазы, с необходимостью закона должна действовать сила Ампера.

В прямых экспериментах было установлено, что на проводник с электрическим током со стороны электромагнитной волны, в соответствии с законом Ампера, действовала электродинамическая сила, прямо пропорциональная величине электрического тока в нём.

Иными словами, в результате усиления индуцированного электрического тока, сила давления на проводник оказалась на много порядков больше силы, рассчитанной в рамках квантовой теории света (в одном из опытов примерно на девять порядков). Именно это обстоятельство представляет собой суть физического явления взаимодействия электрических токов проводимости с электромагнитной волной.

Казалось бы, описание хорошо известного механизма явления давления света на преграду полностью совпадает с описанием механизма взаимодействия электрических токов проводимости с электромагнитной волной, а поскольку это так, то и нет никакого открытия нового явления. Но полученный результат увеличения силы давления вследствие усиления индуцированных электротоков открывает собой новый, неизвестный ранее эффект и, более того, указывает на иное представление о природе электромагнитной волны.

Действительно, возможность получения дополнительной силы в описанном взаимодействии разительно отличается от квантовых представлений о сущности электромагнитных волн, согласно которым такой эффект увеличения силы в принципе исключён. Согласно квантовым представлениям, сила давления волны на преграду не может превышать двойной величины суммарного импульса всех фотонов, которые отражаются от преграды (или поглощаются ею) за 1 секунду.

Действительно, с позиции квантовой теории, электромагнитная волна представляет собой поток фотонов как поток обособленных (отдельных) элементарных частиц, свободно летящих через пустое пространство и не взаимодействующих с ним. Поэтому предполагалось, что при взаимодействии с преградой фотоны отдадут ей свой суммарный импульс или, отразившись от неё, передадут ей двойную величину суммарного импульса (при отражении сила давления на преграду увеличивается вдвое). Но поскольку измеренная величина силы давления на преграду при электродинамическом взаимодействии электромагнитной волны и электротока возрастает на несколько порядков, то предполагалось, что точно такая же по величине сила (в соответствии с третьим законом Ньютона) должна действовать и на электромагнитную волну, то есть фотоны, со стороны усиленного индуцированного тока, текущего по поверхности преграды.

В соответствии с этой логикой, под действием этой силы реакции характеристики электромагнитной волны (по сути, фотонов) должны были бы измениться. А поскольку сила давления на преграду увеличивалась, то это обстоятельство обязательно должно было бы приводить к увеличению мощности волны, то есть или к увеличению числа отражённых фотонов, или к увеличению их частоты. По-другому объяснить увеличение силы давления на преграду в фотонном представлении электромагнитной волны просто не возможно. Сделанное предположение об увеличении числа фотонов или изменения их частоты при взаимодействии с током проводимости, если бы оно имело место в реальности, представляло бы собой два величайших открытия в области физической оптики.

Однако в результате специальных исследований выяснилось, что после «взаимодействия» с токами проводимости характеристики электромагнитной волны не изменялись. Таким образом, возникло понимание того, что во взаимодействии участвует не сама электромагнитная волна как таковая, а область пространства, в которой вектор напряжённости магнитного поля этой волны был не равен нулю. Из этого обстоятельства следовало, что сама волна в таком взаимодействии играла своеобразную роль «катализатора» взаимодействия токов проводимости с пространством (инициатор магнитного поля), поскольку другого тела в зоне взаимодействия больше не было.

Описанный выше факт приводил к заключению, что электромагнитная волна не представляет собой поток частиц-фотонов, свободно летящих через пустое пространство, которые не взаимодействуют с ним. А представляет собой волновой процесс, происходящий в самом пространстве, наподобие световой волн в «старом» электромагнитном эфире или гипотетических волн кривизны пространства (гравитационных волн) в суперсовременной теории «стандартной» модели вселенной.

Согласно новому представлению, электромагнитная волна «жёстко связана» с новым электромагнитным эфиром, заполняющим всё пространство (или представляющим собой само пространство) и, тем самым, может определять его состояние в точке взаимодействия с током проводимости. Именно это обстоятельство позволяет понять физику (механизм) процесса электродинамического взаимодействия электротоков проводимости с электромагнитной волной, а, согласно экспериментальным данным, с «пустотой» пространства – физическим вакуумом. В соответствии с изложенным, электродинамический процесс, который приводит к появлению дополнительного импульса у материальной системы тел, по которым протекают переменные электрические токи, и представляет собой суть (основу) нового физического явления. И он же (описанный выше феномен) является очередным существенным шагом, который сделан в продвижении к пониманию физической природы понятия «массы» материальных тел, поскольку при возникновении дополнительного импульса во взаимодействии

участвует «пустое» пространство, не имеющее общепринятой массы.

Само явление положено в основание конструкции вакуумной электромагнитной движительной установки (ВЭМДУ). Более конкретно и подробно о самом явлении, об экспериментах, в которых оно было обнаружено, и о трактовках его сути будет изложено ниже. Здесь же необходимо отметить только то, что конструкция разработанной ВЭМДУ не является некой разновидностью фотонного движителя. Действительно, фотонный движитель по своей сути представляет собой всё тот же ракетный, за тем исключением, что в нём рабочим телом является «фотонный газ».

Тогда как ВЭМДУ представляет собой подвижный элемент своеобразного линейного электрического двигателя (ротор), у которого статором служит физический вакуум. Напомним, что у фотонного движителя поток фотонов электромагнитной волны соотносится с физическим вакуумом точно так же, как и «рабочее тело» ракет, то есть как газ от сгоревшего топлива у ракет соотносится с пустотой. При этом распределение энергии между взаимодействующими телами в сравниваемых движителях указывает на огромную эффективность ВЭМДУ в сравнении с фотонным движителем.

Действительно, у фотонного движителя максимальное значение величины тяги ограничено значением отношения мощности направленного потока электромагнитного излучения к величине скорости света. Так, для создания тяги величиной в 10 ньютонов (1 кг сила) мощность светового потока фотонного движителя должна составлять 3 миллиарда ватт (это электрическая мощность примерно 5-и Днепрогэс – такие сравнения были приняты во времена СССР).

Тогда как у вакуумной электромагнитной движительной установки (ВЭМДУ) величина силы тяги зависит как от мощности электромагнитного излучения, инициирующего взаимодействие с пространством, так и от значения величины электрического тока в проводниках его силовой конструкции. Поэтому тяга ВЭМДУ значительно превышает тягу фотонного движителя.

Реальные стендовые испытания вакуумных электромагнитных движителей показали, что значения цены тяги у испытанных

конструкций не превышали величины 0.25 Вт/мгс (250 кВт/кгс), тогда как для идеального фотонного движителя это значение равнялось бы 3 миллионам кВт/кгс.

Для сравнения укажем, что у современных химических ракетных движителей цена тяги примерно равна 35 кВт/кгс. Это в 7 раз ниже, чем у электромагнитного вакуумного движителя, однако последний для получения тяги не расходует «рабочее тело». В этом его бесспорное превосходство над ракетными движителями, которое позволит в будущем осуществлять как полёты внутри Солнечной системы, так и галактические путешествия.

Описание наземного испытания вакуумной электромагнитной движительной установки

В эксперименте (проведённом в 1993 г.) вакуумная электромагнитная движительная установка (ВЭМДУ) выглядела в виде куба с ребром в 30 см, внутри которого были смонтированы: силовые элементы конструкции движителя, резонансный усилитель, генератор переменного электрического тока высокой частоты, гальванический источник электротока, преобразователи электрического тока и схема дистанционного «включения – выключения» электропитания силового элемента движительной установки, собранная на фотоэлементе.

Установка автономна, её электропитание осуществлялось от нескольких батареек «Крона». На рис. 47 схематично изображена принципиальная схема стенда, на котором осуществлялось проведение эксперимента.

На рис. 47 схематично изображена камера 1, внутри которой проводится эксперимент. Камера выполнена двухслойной. Верхний слой 2 – это диэлектрик (фанера); он предназначен для сглаживания тепловых полей в камере. Внутренний слой 3 – это мягкий ферромагнетик (листовая трансформаторная сталь); он предназначен для уменьшения и сглаживания пульсаций и воздействия внешних переменных электрических и магнитных полей. Этот слой заземляется.

В стенках камеры 1 проделаны два отверстия. Отверстие 4 предназначено для пропуска в камеру инфракрасного луча 5 от пульта 6 дистанционного управления схемой питания установки. Отверстие 7 предназначено для вывода измеряемой информации.

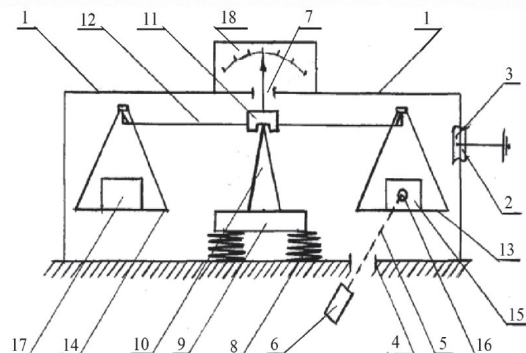


Рис. 48.

Внутри камеры на пружинах 8 установлена тяжёлая металлическая плита 9 (около 80 кг). Плита 9 и пружины 8 служат для уменьшения воздействия вибраций грунта, которые имеются в районе проведения эксперимента.

На плите 9 установлено основание 10 точных весов (точность измерения не ниже 0,1 мг). На основании 10 смонтирована призма 11 с коромыслом 12. На концах коромысла 12 укреплены чаши весов 13 и 14. На чаше 13 располагается электромагнитная движительная установка 15 общим весом около 2,5 кг.

Корпус установки сплошной и выполнен из алюминия. Установка автономна, имеет внутренний источник электропитания напряжением 9 вольт (комплект из 4-х батарей «Крона»). В одной из стенок установки проделано отверстие 16, за которым распо-

гается датчик дистанционного управления установкой (фоторезистор).

Внутри установки располагается электромагнитный вакуумный движитель, который может создавать тягу около 3 мГ, действующей вдоль продольной (вертикальной) оси корпуса. Включение и выключение силового элемента движителя осуществляется с помощью пульта дистанционного управления 6.

На чаше 14 установлен противовес 17. Вес противовеса в точности равен весу электромагнитной движительной установки 15.

С призмы 11 (первичный преобразователь механического перемещения в пропорциональную величину электрического тока) снимаются показания на измеритель 18. Достигнутая точность измерения не хуже 0,1 мГ. Измерителем служит электрический самописец с электронным усилителем, соединённый с электронным преобразователем перемещения в электрический сигнал (изображённый в виде призмы 11).

Методика проведения эксперимента была следующей.

Электромагнитную движительную установку 15 и противовес 17 располагают на чашах весов. Устанавливают стрелку измерителя 18 на «ноль» шкалы. Включают электропитание схем преобразования напряжения и схемы дистанционного управления ВЭМДУ.

С помощью пульта дистанционного управления 6 включают питание силового элемента электромагнитной движительной установки 15. Производят отсчёт показаний. Затем питание силового элемента электромагнитной движительной установки выключают и фиксируют возвращение стрелки измерителя в «нулевое» положение. За результат измерения берут величину, равную разнице между максимальным отклонением пера самописца и положением пера, которое оно занимает после выключения тока, идущего через силовой элемент движителя. Для набора «статистики» эту операцию продельывают несколько раз и производят обработку результатов измерения.

Затем установку 15 снимают с чаши весов и снова устанавливают на ней – но другой гранью – с целью, чтобы вектор тяги движителя был направлен в противоположную сторону от его первоначального направления. Например, если в первом случае тяга

двигателя складывалась с весом установки, то в новом положении она должна вычитаться из веса установки. После этого цикл измерений повторяют.

Описание некоторых конструктивных элементов ЭМВДУ, использованных в опыте

Был изготовлен силовой элемент конструкции электромагнитного вакуумного двигателя с номинальным значением тяги – 3 мГ ($3 \cdot 10^{-5}$ н.). В силовую конструкцию двигателя входят: источник электромагнитного излучения с длиной волны 3 см и силовой элемент двигателя. Электропитание излучателя и силового элемента осуществлялось электротоком высокой частоты, полученным от вакуумного преобразователя от электрического тока гальванической батареи через схемы управления.

Питание силового элемента электромагнитной двигательной установки включалось и выключалось с помощью схемы дистанционного управления с использованием инфракрасного излучения. Включалось и выключалось только подача тока высокой частоты на силовой (тяговый) элемент конструкции двигателя.

Всё устройство вместе с источником электротока монтировалось на текстолитовой пластине (с наружной стороны облицованной тонким листом алюминия) и помещалось в коробку, выполненную также из тонкого листового алюминия.

Алюминиевый саркофаг служил для предотвращения выноса импульса от возможного направленного излучения электромагнитной волны, а также выноса импульса воздушным потоком, который мог бы образовываться от деталей конструкции двигателя.

Фотоэлемент схемы дистанционного управления плотно крепился на одной из стенок коробки с её внутренней стороны, напротив соответствующего отверстия.

Всё устройство вместе с коробкой помещалось на чашке специальных тензометрических весов. Общий вес устройства с коробкой составлял около 2,5 кг. Тензометрические весы располагались на тяжёлом металлическом основании (металлическая плита толщиной 20 мм, весом около 80 кг). Между плитой и лабораторным столом были установлены пружины. Тензометрические весы рас-

полагались в фанерном ящике, оббитом изнутри листовой трансформаторной сталью. Часть передней стенки ящика была выполнена из стекла в виде небольшого смотрового окна, через которое осуществлялось дистанционное управление включением установки. Термостатирование не применялось.

Тензометрические весы представляли собой стальную Г-образную конструкцию, торцом скреплённую болтами с тяжёлым металлическим основанием. Основание было выполнено в виде прямоугольной плиты из стали толщиной 10 мм. Стальная плита имела три резиновых ножки толщиной 50 мм и диаметром 30 мм. Крепление к ней производилось так, что конец горизонтальной стороны Г-образной конструкции располагался сверху, на нем укреплялась электропреобразовательная часть схемы измерения.

На верхнем конце горизонтальной стороны Г-образной конструкции весов на небольшом расстоянии друг от друга располагались две призмы полупроводниковых измерительных элементов (транзюметры; первоначально планировались механотроны), включённых в мостовую схему электронного измерителя. Транзюметр – это аналог механотрона, выполненный на основе безкорпусного кремниевого транзистора. Регистрирующим элементом измерителя являлся электронный самописец.

На призмы с помощью специальных желобообразных упоров (использовались упоры микровесов ВЛР-200Г) устанавливались коромысла, к которым навешивались две чашки весов. Конструктивно одна чашка была меньших размеров (на ней располагалась гиря в 2,5 кг весом) и крепилась к коромыслу на коротких нитях. Вторая чашка была больших размеров, конструктивно она располагалась под первой и крепилась к коромыслу на длинных нитях; на ней устанавливалось испытуемое устройство. Такая измерительная схема позволяла обойтись без термостатирования, поскольку весь процесс измерения (серия из 22 замеров) длился не более 10 мин.

К тому же используемая измерительная схема значительно уменьшала влияние внешних вибраций на процесс измерения, идущих, в частности, от пола здания. Действительно, любые вибрации, прошедшие к обоим транзюметрам, действовали на них

синфазно, а использование мостовой схемы измерения автоматически исключала эти помехи из процесса измерения. Измерения проводились в подвальном помещении здания, что позволяло одновременно значительно снизить помехи от электрических и магнитных полей.

Перед измерением измерительную систему тариновали. Тарирование производили следующим образом: заготавливали навески из тонкой алюминиевой фольги различной площади, которые взвешивали на микровесах ВЛР-200Г. Точность навесок была не ниже 0,1 мг.

Из всей совокупности заготовленных и взвешенных навесок выбирались те, вес которых был кратен 0,1 мГ. При тарировании измерительной схемы навески клали на алюминиевый корпус установки и производили замер. Точно такие же измерения производили, когда навески клали на чашу с гирей. По этим замерам строили два тариновочных графика, где определённому значению величины веса навески ставилось в соответствие строго определённое значение величины электротока, идущего через самописец.

Тариновочные графики отличались один от другого. Один из графиков (который был описан первым) использовался, когда направление тяги совпадало с силой тяжести движительной установки. Второй график использовался в случае, когда направление тяги было противоположно направлению силы тяжести установки.

В процессе таринования было установлено, что «ноль» транзомера в рабочем состоянии (при поданном на него электрическом напряжении) со временем линейно смещается в сторону положительных величин. Но после выключения напряжения он возвращается в исходное состояние. Объяснения этому факту не было найдено. Для устранения (учёта) этой систематической ошибки измерения при каждом измерении отсчёт показаний вёлся от нового положения «дрейфующего нуля».

Измерение тяги движителя производили следующим образом. Включали измерительную схему и посредством регулировочных резисторов мостовой схемы измерения выводили перо самописца на центр шкалы. После этого с помощью пульта дистанционного управления включали подачу переменного тока на силовой элемент движительной установки. Как только перо самописца за-

нимало новое положение на бумажной ленте и чертило прямую линию (релаксационные процессы в измерительной схеме прекращались не более чем через 5 – 10 сек), питание силового элемента движительной установки выключали, при этом перо самописца возвращалось в исходное положение или близкое к исходному. Таких замеров производили в разное время суток по несколько серий (по 22 замера в каждой серии).

Отчёт производили от максимального отклонения пера самописца до положения пера, которое оно занимало после выключения тока, идущего через силовой элемент движительной установки. После каждой серии замеров электроизмерительную часть испытательного стенда обесточивали.

Производили два типа замеров: а) когда тяга движителя складывалась с весом всей установки; и б) когда тяга движителя была направлена против веса установки.

Полученные результаты и их использование

Полученные результаты с достоверностью не ниже 95% указывали на наличие внешней силы величиной в 2,7 мГ, действующей на конструкцию ВЭМДУ. В приложении № 1 приведены данные одной из серий замеров.

Следует заметить, что такое давление на преграду оказывает поток электромагнитного излучения мощностью в 9 квт, тогда как общее энергопотребление установки составляло не более 2 вт. Специально поставленные опыты показали, что частотные характеристики первичного (инициирующего) потока электромагнитных волн не изменились. Не изменялась и интенсивность электромагнитных волн инициирующего излучения.

Взаимодействие конструкции движителя с внешними постоянными геополями (магнитным и электрическим полями планеты), а также полями промышленного происхождения полностью исключалось, поскольку в тяговом элементе конструкции движителя используются переменные токи высокой частоты. При этом вынос электрического заряда из конструкции движителя был конструктивно невозможен.

Для установления этого факта отдельно исследовалось влияние постоянных токов, текущих в конструкции движителя, на процесс образования и измерения тяги. При этом было показано, что такое влияние полностью отсутствует. То есть было доказано, что если в электрических цепях движительной установки прервать протекание всех переменных электрических токов высокой частоты, но оставить неизменной величину постоянных электрических токов, то тяга отсутствовала.

**Новизна, оценка качественного уровня
по сравнению с аналогичными
отечественными и зарубежными исследованиями,
ожидаемый эффект**

Описанным выше экспериментом было подтверждено существование нового физического явления электродинамического взаимодействия электрических токов проводимости с полем электромагнитной волны.

Описанные выше особенности нового физического явления позволяют говорить о том, что электромагнитные волны есть волновой процесс, который протекает в некой материальной сплошной среде, отождествляющей собой физический вакуум и, следовательно, материализующий всё пространство Вселенной. Именно с этой средой-пространством происходит взаимодействие электрических токов проводимости. Электромагнитная волна в процессе взаимодействия играет роль фактора, который инициирует его, и не более того.

Подтверждение теоретических основ реальности существования неракетного способа передвижения в пустом космическом пространстве основано на явлении взаимодействия электрических токов проводимости с электромагнитной волной.

В этом параграфе не приводится конкретная конструкция ВЭМДУ и описание её работы. Это связано с тем, что данная часть опытно-конструкторской работы представляет собой коммерческий интерес. Тогда как принцип работы устройств неракетного способа передвижения в пустом пространстве изложен достаточно полно. Это связано с тем, что он представляет собой обособлен-

ную часть уже выполненной научно-исследовательской работы, затрагивающей основы современного физического знания, которое может развиваться силами исключительно всего научного сообщества. По нашему мнению, уже лишь только поэтому принцип работы ВЭМДУ должен быть доведён до сведения научной общественности.

Может показаться, что явление взаимодействия токов проводимости с электромагнитной волной не представляет собой ничего нового. Поскольку формально его механизм «один в один» соответствует описанию давления света на преграду в его волновом представлении. Однако простая идея усиления величины индуцированных токов проводимости и её экспериментальная проверка вскрыла неожиданные факты, объяснение которых приводит к новому знанию свойств природы.

Например, факт увеличения силы давления электромагнитной волны на преграду при сохранении её первоначальных характеристик указывает сразу на несколько проблем. Первая из них – это то, что не всё до конца ясно с концепцией корпускулярно-волнового дуализма электромагнитных волн. В рассматриваемом явлении корпускулярная природа электромагнитных волн полностью отрицается. Она прямо противоречит эксперименту, поскольку при увеличении внешней силы на преграду не наблюдается ни увеличения числа фотонов, ни увеличения их частоты. Следовательно, природа электромагнитных волн другая – волновая. А поскольку это точно такой же факт, как и факт наличия красной границы фотоэффекта, то требуется серьёзная научно-исследовательская работа по их согласованию.

В нашем понимании, квантовая природа электромагнитных волн заключена не в гипотезе их фотонного представления в виде потока отдельных элементарных частиц, а, видимо, в квантовых свойствах самой среды волнового процесса, в физическом вакууме. Именно квантовые свойства среды придают волне, распространяющейся (образованной) в ней, особые дискретные свойства.

Вторая проблема связана с тем, что дополнительный импульс, приобретённый преградой (на порядки превышающий суммарный импульс отражённых фотонов), заставляет искать то третье тело, а по сути – некую «неучтённую» массу, к которой была приложена

сила реакции, необходимость наличия которой явствует из 3-го закона Ньютона.

В нашем понимании, этой массой должна обладать область пространства, где магнитное поле электромагнитной волны не равно нулю и в которой текут токи проводимости. Именно пространство, поскольку само магнитное поле как особая форма материи, содержащая энергию, не имеет массы такой величины. Именно от этой «скрытой» массы пространства отталкиваются токи проводимости.

И этот же вопрос о «скрытой» массе пространства понимает и другую проблему: а что вообще представляет собой масса любого тела? Конечно же, ещё со времён Ньютона выяснилось, что масса — это не столько количество вещества, сосредоточенного в объёме тела, сколько взаимосвязь вещества тела с самим пространством. Эта взаимосвязь стала остро осознаваться, когда было выяснено, что масса тела зависит от скорости его движения. На эту особенность массы указывали самые первые опыты конца 19-го века, выполненные Кауфманом. В связи с чем была поднята проблема электромагнитной природы массы. Таким образом, рассматриваемое явление открывает совершенно иную сторону проблемы физики массы, которая, казалось бы, была присуща только материальному телу (веществу) как её характеристика (свойство), тогда как наблюдаемое явление указывает и на то, что массой обладает само пространство.

Третья проблема обнаруживает себя в соотношении принципа относительности с природными реалиями. Действительно, субстанциональность пространства и возможность взаимодействовать с ним перечёркивают любую значимость этого принципа в области реального знания о свойствах природы, оставляя за ним только право математической аксиомы для обоснования построения общей ковариантности геометрических закономерностей. Принципиальная невозможность верификации принципа указывает на то же самое обстоятельство. Это будет одной из самых тяжелейших проблем физической науки, поскольку математический релятивизм занимает в ней господствующее положение.

Таблица 7.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сила, мГ	2,2	2,1	2,3	2,0	2,1	2,2	2,1	2,1	2,3	2,5	2,4

№ опыта	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Сила, мГ	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,2	3,1	3,7	3,7	3,8

20. Физика Вселенной

20.1. Немного из истории «Большого взрыва» Вселенной

Если сделать небольшой экскурс в историю становления современной астрофизики, то обнаружится, что как только американским астрономом Весто Слайфером в 1912–1914 годах было открыто красное смещение спектров внегалактических звёздных объектов, то под естественной причиной этого явления сразу же стали предполагать эффект Доплера. Эффект Доплера был единственным физическим эффектом, экспериментально подтверждённым в лабораторных условиях, и приводил к пропорциональному смещению частоты всех спектральных линий источника волн. Любые другие причины, которые могли бы привести к наблюдаемому свойству этого астрофизического явления, в то время находились в ранге гипотез. Поскольку спектральные линии смещены в красную сторону спектра – в сторону более длинных волн, то в соответствии с эффектом Доплера это означало только одно – удаление объектов от нас.

К 1929 г. Э. Хаббл нашёл, что чем дальше от нас находится светящийся объект, тем больше величина смещения спектральных линий. В результате появилась гипотеза «расширяющейся Вселенной», как результат «Большого взрыва» чего-то первоначально

го, находившегося в «точке сингулярности». У широкой научной общественности (да и у большей части профессиональных учёных) описание этого явления сводилось к прямой аналогии взрыва «бомбы» в вечно существовавшем пустом пространстве.

Именно с точки зрения гипотезы о «взрыве» очень естественно выглядит зависимость величины скорости разбегания галактик в зависимости от расстояния до источников излучения, а, следовательно, и наблюдаемого красного смещения спектральных линий (эффект Доплера). Механизм явления прост: в существующем пространстве «взрыв» разметал вещество по Вселенной с разными скоростями. Чем больший импульс получил объект при взрыве (чем с большей начальной скоростью он начал двигаться), тем дальше от места взрыва он успел «удалиться» и тем с большой «остаточной» скоростью продолжает двигаться в момент испускания наблюдаемого излучения.

К этому времени резко обозначились противоречия между устоявшимися представлениями о стационарности вечной и бесконечной Вселенной и выводом о её нестабильности, следующим из общей теории относительности (которая была опубликована А. Эйнштейном в 1915–1916 гг.). В этой ситуации формула Хаббла была воспринята как экспериментальное подтверждение правоты теории относительности, предусматривающей возможность расширения Вселенной как целого объекта.

Однако «механизм» красного смещения спектральных линий далёких галактик здесь был иной. В результате этого «взрыва» расширялось уже само пространство (оно увеличивало свой объём), относительно которого галактики (объекты «взрыва») теперь были неподвижны.

Первоначально пространство и материя «родились» одновременно в точке «сингулярности». Но потом, начиная с момента «взрыва» и по настоящее время, количество возникшей материи не изменялось во времени, оставаясь на прежнем уровне, тогда как пространство продолжало увеличиваться (рождаясь из «ничего», пространство увеличивало свой объём (см. рис. 49)).

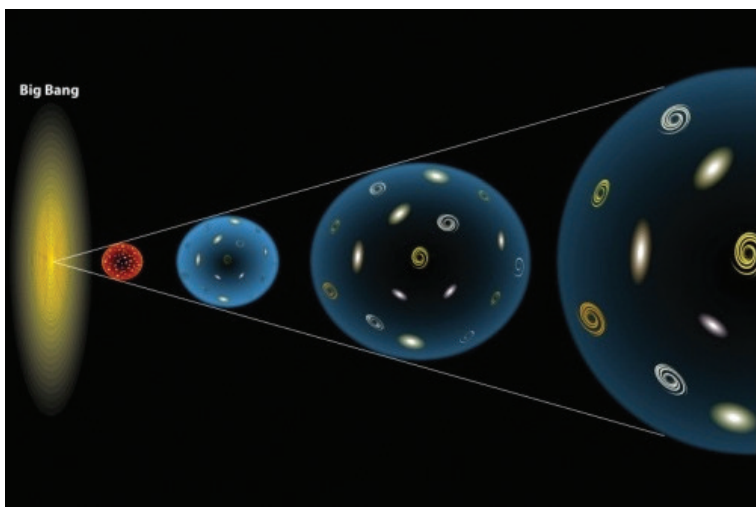


Рис. 49.

Основное свойство расширения Вселенной как грандиозного астрофизического явления состояло в почти однородном и изотропном увеличении объёма космического пространства в масштабах всей Вселенной. Такая модель (как следствие теории) приводила к выводу о наличии изотропности красного смещения и в прямо пропорциональном (линейном законе) увеличении смещения спектральных линий в зависимости только от расстояния до наблюдаемого объекта. Это свойство расширения Вселенной проявлялось в наблюдениях и было отражено в законе Хаббла.

Теоретически явление было предсказано и обосновано А. Фридманом на раннем этапе разработки общей теорией относительности из общеполитических соображений об однородности и изотропности Вселенной. Метрическое расширение пространства является увеличением расстояния между двумя отдалёнными частями Вселенной с течением времени. Метрическое расширение является ключевым элементом космологии Большого взрыва и математически моделируется с помощью метрики Фридмана – Леметра – Робертсона – Уокера (FLRW).

Эта модель действует в современную эпоху только на больших расстояниях (в масштабах скоплений галактик и выше). На мень-

ших расстояниях (размеры галактик) материальные объекты (звезды, планеты, газ, пыль и иное) связаны друг с другом силой гравитационного притяжения, и такие связанные скопления объектов не расширяются. Иными словами, в компактных звёздных системах, какими являются галактики, пространство или не расширяется, или его расширение «компенсировано» силами гравитации. Причём «компенсация» происходит так, что это невозможно заметить в наблюдениях, и галактики сохраняют свой объём на протяжении миллиардов лет.

Заметим, что в модели Большого взрыва материя всё же изменяется, но качественно (она эволюционирует). Но это происходит сразу же после «взрыва», на самом раннем и очень коротком этапе рождения Вселенной. И только через 380 тысяч лет после Большого взрыва (ничтожнейшего отрезка времени в сравнении с возрастом наблюдаемой сейчас Вселенной) появилась материя в том виде, которая известна нам сейчас. Согласно теории, в это время стало возможным существование атомов водорода (до этого процессы ионизации и рекомбинации протонов с электронами находились в равновесии). Водород силами гравитации стягивался в звезды, где происходило рождение всех элементов таблицы Менделеева.

Но тем не менее это обстоятельство не исключало того, что рождённая во время Взрыва материя Вселенной, эволюционировавшая в звёзды и другие космические объекты, всё же изменялась во времени. Но происходило это синфазно с изменением пространства или нет, оставалось под вопросом.

Всё же принцип относительности, который лежал в основе обеих теорий, утверждал обособленность материи от пространства, независимость их существования друг от друга (по теории относительности, материя изгибает пространство, но не создаёт его). При этом даже не предполагалась какая-либо корреляция между законами изменения во времени этих двух атрибутов природы. Глупо задавать вопрос о том, как может изменять свои свойства пространство, поскольку эти свойства могут быть изменены только с помощью приборов. А приборы – это уже материя. Следовательно, пространство лежит за пределами чувств челове-

ка. Это логика философии принципа относительности. Но человек видит «разбегание» галактик и ему не понятно то, как он это «чувствует», поскольку приборы только повышают чувствительность его органов чувств.

Однако наличие хорошо разработанной теории расширяющейся Вселенной (на базе общей теории относительности) всё же не давало научной общественности веских оснований для перевода гипотезы Большого взрыва Вселенной в разряд достоверного факта.

Переломный момент наступил в 1964 году, когда американские радиоастрономы Р. Вильсон и А. Пензиас случайно обнаружили так называемое фоновое электромагнитное излучение, идущее со всех сторон (впоследствии названное «реликтовым»). Именно открытие этого астрофизического явления, неожиданного для учёных, склонило их к мнению, что Большой взрыв всё же имел место. Эта уверенность в правильности гипотезы была связана ещё и с тем, что задолго до этого события, в 1948 году, американский физик Д. Гамов, разрабатывая теорию расширяющейся Вселенной, предсказал существование космического микроволнового фонового излучения, рассматривая эволюцию электромагнитной вспышки, возникшей при Большом взрыве.

Следует отметить, что наряду с вышеизложенными предположениями о причинах происхождения красного смещения и «реликтового» излучения, существуют и другие гипотезы, развитые в теории. Это чисто математические теории, основанные на экспериментально недоказуемых предположениях о свойствах природы, — так называемые математические гипотезы типа «если допустить, что природа устроена следующим образом, то из этого «факта» следует...». И этих «если» в таких математических моделях порою бывает несколько штук, и они такого «сумасшедшего» уровня (по градации Н. Бора), что сделать независимую проверку на реальность существования их в природе (верификацию) не представляется никакой возможности.

Например, вводится так называемая структура физического вакуума, в которой пространство уподобляется бесконечно протяжённому кристаллическому объекту с периодом решётки в 10^{-33} см. В узлах решётки размещены «условные осцилляторы» (маят-

ники). По состоянию осцилляторов судят о свойствах системы в целом и о «рождаемых» ими материальных частицах. Такая система эволюционирует во времени, а, следовательно, атомы вещества системы в разные моменты времени излучают разные спектры электромагнитного излучения. Сравнение спектров от источников излучения, находящихся на различном расстоянии от Земли, приводит к заключению о наличии их «красного смещения», но смещённых не из-за скорости их движения (расстояние до объектов не меняется, они не движутся), а по изменению их свойств во времени.

Таких теорий много, объединяет их одно: все они относятся к модели стационарной Вселенной, и, более того, в них изначально признают не только материальность физического вакуума, но и априори (независимо от опыта, как данность) задают его свойства. В этой работе указанное (обозначенное выше) направление теоретической физики не рассматривается ввиду отсутствия какой-либо возможности (в принципе) экспериментальной оценки достоверности заложенных в них математических гипотез.

20.2. Ускоренное расширение Вселенной

До недавнего время теория Большого взрыва, созданная на основе общей теории относительности, занимала доминирующее положение в астрофизике, и в ней основным вопросом являлось лишь то, какие именно факторы (теоретические и наблюдательные) способствуют тому, будет ли Вселенная расширяться бесконечно или в какой-то момент начнёт сжиматься. По мнению её сторонников, альтернативная ей теория стационарной Вселенной будто бы рухнула под давлением наблюдаемых астрономических явлений и теперь представляет собой интерес лишь с точки зрения истории развития современной космологии.

Напомним, что когда-то сам Альберт Эйнштейн, постулируя общую теорию относительности, был уверен в стационарности Вселенной, то есть в том, что положение галактик относительно друг друга практически не меняется. Да и многие астрономы вплоть до середины 1960-х годов поддерживали теорию стационарной Все-

ленной. Основным достоинством этой теории была ее философская сторона. Утверждалось, что теория согласуется с принципом Коперника о том, что наш мир не уникален и в нём не выделяют какой-то момент времени как главный.

Однако трудно было не заметить, что в силу действия закона всемирного тяготения Ньютона Вселенная должна сжиматься, что противоречит здравому смыслу. Поэтому, чтобы уравновесить силы гравитации, ведущие Вселенную к неизбежному и скоростному коллапсу, Эйнштейну пришлось ввести в уравнения общей теории относительности дополнительное слагаемое – космологический член. Некую своего рода антигравитационную поправку, теоретически узаконивавшую необъяснимую силу отталкивания между материальными телами. Силу, буквально растаскивающую галактики и противодействующую силе их взаимного гравитационного притяжения. Эта сила, согласно Эйнштейну, возрастает с расстоянием с коэффициентом пропорциональности, равным так называемой космологической постоянной, которую ученый обозначил греческой прописной буквой Λ (лямбда).

Однако после открытия явления расширения Вселенной (см. закон Хаббла), а, главное – после обнаружения реликтового излучения, Эйнштейн понял, что нужда в космологической постоянной отпала. Он тут же исключил космологический член из своих уравнений и впоследствии неоднократно называл его первоначальное появление в них грубейшей из допущенных им за всю свою жизнь ошибок. Но так было астрофизике и теоретической физике до момента времени, когда было открыто ускоренное расширение пространства.

Это произошло в 1998 году при наблюдениях за сверхновыми типа Ia. За это открытие Сол Перлмуттер, Брайан П. Шмидт и Адам Рисс получили премию Шоу по астрономии за 2006 год и Нобелевскую премию по физике за 2011 год. Затем эти наблюдения были подкреплены другими источниками: измерениями реликтового излучения, гравитационного линзирования, нуклеосинтеза Большого взрыва. Все полученные данные хорошо вписываются в Лямбда-CDM модель (уравнение Эйнштейна с Λ).

Напомним, что ранее существовавшие космологические модели, созданные на основе общей теории относительности, пред-

полагали, что расширение Вселенной замедляется. Они исходили из предположения, что основную часть массы Вселенной составляет материя: как видимая, так и невидимая (тёмная материя). На основании новых наблюдений, свидетельствующих об ускорении расширения, было найдено, что во Вселенной существует ранее неизвестная энергия с отрицательным давлением. Её назвали «тёмной энергией» (см. рис. 50).

По имеющимся оценкам ускоряющееся расширение Вселенной началось приблизительно 5 миллиардов лет назад (что примерно соответствует возрасту Солнца). Предполагается, что до этого расширение замедлялось благодаря гравитационному действию тёмной и видимой материи (барионной). Плотность материи в расширяющейся Вселенной уменьшается быстрее, чем плотность «тёмной энергии». В конце концов тёмная энергия начинает преобладать. Например, когда объём Вселенной удваивается, плотность материи уменьшается вдвое, а плотность тёмной энергии остается почти неизменной (или точно неизменной – в варианте с космологической константой).

Если ускоряющееся расширение Вселенной будет продолжаться бесконечно, то в результате галактики за пределами нашего Сверхскопления галактик рано или поздно выйдут за горизонт событий и станут для нас невидимыми, поскольку их относительная скорость превысит скорость света.

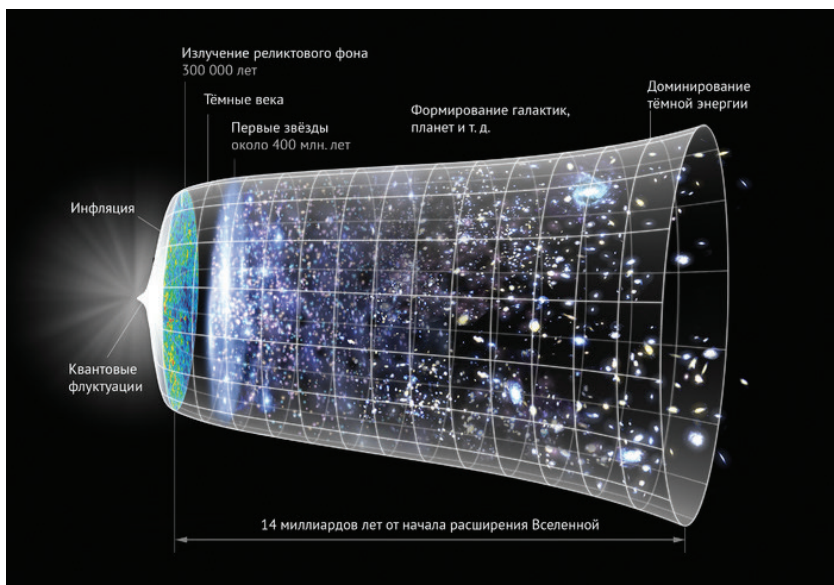


Рис. 50.

Теперь это обстоятельство уже не является нарушением специальной теории относительности. Современная теоретическая физика полагает, что невозможно даже в принципе определить «относительную скорость» движения тел в искривлённом пространстве-времени. Относительная скорость имеет смысл и может быть определена только в плоском пространстве-времени или на достаточно малом (стремящемся к нулю) участке искривлённого пространства-времени.

Любая форма коммуникации далее пределов горизонта событий становится невозможной, и всякий контакт между объектами теряется. Земля, Солнечная система, наша Галактика и наше Сверхскопление будут видны друг другу и в принципе достижимы путём космических полётов, в то время как вся остальная Вселенная исчезнет «вдали». Согласно этому сценарию, со временем наше Сверхскопление (как обособленная система) придёт в состояние тепловой смерти, то есть осуществится прогноз, предпола-

гавшийся для предыдущей – плоской – модели Вселенной с преобладанием материи, то есть без гипотетической фантомной «темной энергии».

Существуют и более экзотические гипотезы о будущем Вселенной. Одна из них предполагает, что фантомная энергия приведёт к т. н. «расходящемуся» расширению (в этом сценарии эта энергия действует и внутри галактик). Это подразумевает, что расширяющая сила действия «тёмной энергии» продолжит неограниченно увеличиваться, пока не превзойдёт все остальные силы во Вселенной. По этому сценарию тёмная энергия со временем разорвёт все гравитационно связанные структуры Вселенной, затем превзойдёт силы электростатических и внутриядерных взаимодействий. Иными словами, разорвёт атомы, ядра и нуклоны и уничтожит Вселенную также в «Большом разрыве» более высокого ранга.

С другой стороны (по другой гипотезе), «тёмная энергия» может со временем рассеяться или даже сменить отталкивающее действие на притягивающее. В этом случае гравитация возобладает и приведёт Вселенную к «Большому хлопку». Образно говоря, Вселенная стянется в точку, «схлопнется», уйдя «вглубь за горизонт событий».

Некоторые сценарии предполагают «циклическую модель» Вселенной. Хотя эти гипотезы пока не подтверждаются наблюдениями, они и не отвергаются полностью. При этом многие твердо убеждены в том, что решающую роль в установлении конечной судьбы Вселенной (развивающейся по теории Большого взрыва) должны сыграть точные измерения темпа ускорения расширения Вселенной.

Основа описанного прорыва в области астрофизики была связана с новым способом определения расстояний в космосе, более точном. Если ранее расстояние до объектов Вселенной определялось по параллаксам звезд, потом по маякам Вселенной – цефеидам, а затем по «красному смещению», то теперь астрономы получили в своё распоряжение новый метод – вспышки сверхновых звёзд. Метод работал на расстояниях, что и метод красного смещения спектров звёзд, а поэтому появилась возможность их сопоставления.

Метод «сверхновых» астрофизики заложили ещё в 80-х годах

прошлого века. Тогда им удалось найти объяснение одному из типов сверхновых - так называемому типу Ia (сверхновые классифицируют по спектру излучения). Сверхновые этого типа возникают в двойных системах, где одна из компонент – белый карлик. Если конфигурация системы позволяет, то, используя собственное гравитационное поле, карлик постепенно ворует у компаньона материю, набирая таким образом массу. В какой-то момент эта масса достигает критического значения – так называемого предела Чандрасекара, и по независящим от него квантовым причинам карлик взрывается. На небосводе вспыхивает сверхновая. По мощности светового излучения она затмевает свет, идущий от целой галактики, а поэтому видна на расстоянии в несколько миллиардов лет светового пути.

Дело в том, что предел Чандрасекара равен примерно 1,4 солнечных масс, поэтому каждый раз взрывается тело примерно одинаковой массы и по приблизительно одинаковому механизму. Естественно предположить (на самом деле, почти так и есть), что характеристика сверхновой под названием «кривая блеска» – график зависимости абсолютной звездной величины от времени – будет всегда одинаковой. Сравнивая эту кривую с кривой видимой звездной величины, как и в случае с цефеидами можно вычислить расстояние до двойной системы.

Но не всё просто с гипотезой «тёмной энергии» как единственной причины ускорения. Не одна она возникла, когда в конце 1990-х астрономы убедились, что окружающая нас Вселенная расширяется с ускорением. Действительно, в то время, по аналогии с введением положительной космологической постоянной в уравнения общей теории относительности Эйнштейна, наиболее логичной гипотезой, объясняющей этот феномен, была признана «тёмная энергия». Она представлялась как некая космологическая константа, неизменная энергетическая плотность, равномерно заполняющая пространство Вселенной и заставляющая её расширяться. При этом альтернативное объяснение ускорению, такое как модифицированные законы гравитации, так и не завоевало симпатии большинства физиков. И казалось, что так будет и впредь.

Но есть альтернативные попытки дать объяснение указанному

астрофизическому явлению, к тому же достаточно радикальные. Так, нынче мы наблюдаем очередную попытку решить проблему ускоренного расширения третьим путём, посредством принципиально отличающегося подхода. Предлагается так называемая инфляционная (раздувающаяся) модель развития Вселенной. А начинается новый подход с вопросов: а так ли уж необходима тёмная энергия для объяснения ускорения расширения Вселенной? И есть ли в действительности само это ускорение?

Чем авторов этого подхода не устраивает тёмная энергия, достаточно понятно. Эта теория не проста в смысле фальсифицируемости, ибо расчётная плотность тёмной энергии так мала, что в обозримом будущем её никак не измерить в лаборатории. То есть нельзя будет уверенно сказать, верна ли эта идея.

Кроме того, отрицательное давление тёмной энергии должно порождать отталкивание, антигравитацию, то есть нечто, что пока в природе не фиксировалось. Да и теоретические предсказания величины тёмной энергии не совпадают с наблюдаемым на практике. И на столь фрагментарно понимаемое явление авторы работы не могут спокойно списать три четверти массы, что есть во Вселенной (иначе ускоренного расширения не получилось бы).

Теоретическое объяснение этому явлению возможно, если приписать темной энергии, изначально присущей пространству, около 70% от всего вклада в современную плотность энергии Вселенной. Если принять эту гипотезу, остальные 25% Вселенной составляет еще одна таинственная форма вещества – «темная материя», и только 5% остается для знакомых нам со школьной скамьи протонов, электронов, нейтронов, нейтрино, кварков, из которых, как нам казалось раньше, и состоит Вселенная. Именно в последнее время появились многочисленные сообщения об интерпретации новых наблюдений именно с этой точки зрения.

Однако в работе интернационального коллектива физиков из США, Канады и Италии, направленной в журнал *Physical Review Letters*, предлагается оригинальное решение этой загадки, снимающее необходимость в гипотезах о таинственных свойствах материи вообще. «Я согласен, что гипотезы такого рода чрезвычайно привлекательны для человеческого воображения, – говорит один

из авторов статьи Антонио Риотто (Antonio Riotto) из итальянского Национального института ядерной физики. – Но учтите, что даже самые современные теоретические разработки физики, как, например, теория суперсимметрии или струнная теория квантовой гравитации, не способны объяснить наличие этой „темной энергии“ в тех количествах, которые бы соответствовали наблюдениям. Несовместимость этого требования с общепринятыми законами природы породила массу сопутствующих экзотических гипотез о существовании новых сил, новых измерений пространства-времени, новых сверхлегких элементарных частиц. Мы же не вводим никаких новых сущностей во Вселенную и предлагаем объяснение в рамках одного из вариантов стандартной теории Большого взрыва – а именно инфляционной (раздувающейся) модели Вселенной, предложенной еще в 1981 году».

Стандартная космологическая модель хорошо описывает всю совокупность данных наблюдений, однако некоторые свойства современной Вселенной оставляет без объяснения – например, отсутствие крупномасштабной неоднородности и изотропию Вселенной или её характерную структуру в виде галактик и их скоплений.

Модель инфляционной Вселенной позволяет избежать этих недостатков. Она предполагает, что на раннем этапе Вселенная расширялась не по степенному, а по экспоненциальному закону. Эту стадию расширения называют инфляционной потому, что на ней масштабный фактор и вместе с ним физическое расстояние между любой парой точек увеличивается, а плотность энергии пространства остаётся постоянной. Такое необычное поведение оказывается возможным лишь при таких состояниях физических полей, которые соответствуют отрицательному давлению.

Иными словами, на протяжении короткой инфляционной фазы само пространство расширяется быстрее скорости света. А это приводит к квантовым флуктуациям, порождающим пространственно-временные волны, предсказанные еще Эйнштейном. На последующих стадиях эволюции они как бы «раздуваются», заполняя собой всю так называемую «глобальную» Вселенную, размеры которой намного больше видимой ее части.

«Мы поняли, что достаточно ввести в общую теорию относи-

тельности этот ключевой элемент – гравитационную рябь на ранних стадиях – чтобы объяснить наблюдаемое ускорение расширения Вселенной, – говорит г-н Риотто. – И нет никакой необходимости изобретать таинственные фантомы типа «темной энергии».

Руководитель группы Эдвард Колб (Edward Kolb) из Национальной лаборатории ускорителей элементарных частиц в Батавии (штат Иллинойс) образно объясняет это следующим образом. «Представьте себе, что вы находитесь на корабле в открытом океане, а вокруг вас туман. Покачиваясь вверх и вниз, вы ощущаете воздействие волн с очень большим периодом, но поверхность моря кажется вам плоской, самих волн вы не видите».

Пространственно-временная рябь, образовавшаяся на инфляционной стадии, со временем превращается в гигантские гравитационные волны, пронизывающие Вселенную. Они невидимы в непосредственной близости из-за уменьшения плотности материи, но ощущаются как ускорение при наблюдении наиболее удаленных областей вблизи космического горизонта.

И очень похоже на то, что ученые из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики подтвердили эту гипотезу. Они использовали телескоп, установленный на Южном полюсе, для наблюдений небольшого участка неба. Их целью было попытаться найти остаточные следы инфляционного расширения Вселенной (см. рис. 51).

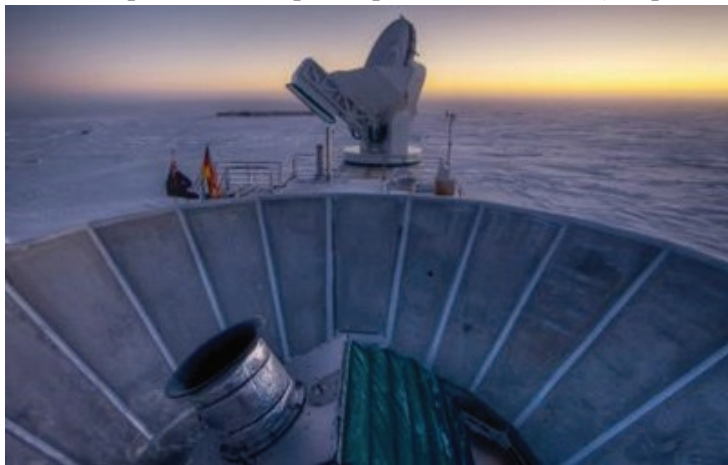


Рис. 51.

17 марта 2013 г. они объявили о важном астрофизическом открытии: им удалось зафиксировать воздействие на микроволновое фоновое излучение Вселенной так называемых гравитационных волн, которые возникли сразу после Большого взрыва 13,8 миллиардов лет назад (об этом подробно было изложено в параграфе 20.1).

Картина поляризации реликтового микроволнового излучения является наиболее прямым доказательством существования гравитационных волн и справедливости инфляционной модели Вселенной, которая предполагает экспоненциальное расширение Вселенной сразу после Большого взрыва. Напомним, что предсказание существования гравитационных волн было сделано еще 100 лет назад Альбертом Эйнштейном.

Хочется заметить, что этот параграф содержит описание нескольких астрофизических явлений (фактов), объяснение которым можно дать только с позиции какого-либо предположения, то есть гипотезы. Гипотеза относится к категории вероятного знания о природе. Гипотезы математически могут быть развиты в теории, следовательно, и теория представляет собой вероятное знание, поэтому к ним надо относиться с большой осторожностью. Иными словами, не принимать вероятное за достоверное. Некоторые подробности этой эвристической технологии будут изложены в следующем параграфе. Это необходимо сделать, чтобы отчетливее понимать изложенное выше, а также то, что будет представлено в следующих параграфах этой книги.

20.3. Немного из стратегии поиска эвристических решений проблем

Наука о творческой деятельности человека – «Эвристика» – утверждает, что в любых стратегиях поиска научной истины нет строго обоснованных положений (оснований), которые позволяли бы за наблюдательные факты принимать допущения или гипотезы, то есть отождествлять их с реальными событиями. Это принципиальное положение.

Действительно, гипотеза – это вероятностная эвристическая конструкция, которая возникает (вырабатывается) при поиске пер-

вопричин наблюдаемых явлений. С целью получения достоверного знания любая гипотеза должна подлежать обязательной проверке и строгому доказательству на реальность её существования в природе либо быть опровергнута.

Это утверждение находится в согласии с одной из эвристических стратегий поиска решения проблем – «абдукцией». Абдукция играет важную роль в естественных науках и используется при формировании гипотез на основе наблюдения и интерпретации фактов.

Действительно, любое физическое явление, представляющее собой наблюдаемый факт, нельзя отменить или изменить волевым порядком (это объективная реальность). С другой стороны, доказательство существования такого природного явления может быть результатом строгих логико-дедуктивных (математических) построений, выполненных в рамках какой-либо гипотезы о его происхождении. При этом один и тот же результат может следовать сразу из нескольких гипотез, порою альтернативных по отношению друг к другу (или даже антагонистических).

При этом заметим, что в дедуктивной стратегии рассуждение развивается от посылки к одному единственно возможному следствию. Тогда как в случае абдукции (при поиске первопричин явлений) рассуждение строится в противоположном направлении, то есть от следствия (реального факта) к одной или даже нескольким предполагаемым посылкам (гипотезам), т.е. вероятному знанию. Поэтому истинность выдвигаемой посылки (гипотезы) не зависит от истинности следствия дедуктивных построений, выполненных на её основе, поскольку за конечный результат этих «вычислений» уже изначально берётся сам факт, происхождение которого требовалось объяснить.

В этой «тонкости» и заключается основная ошибка физиков-теоретиков, которые полагают, что если выводы их математических теорий, в основания которых положены какие-либо предположения о свойствах природы (гипотезы как постулаты теории), совпадают с наблюдаемыми явлениями, то это обстоятельство будто бы является безапелляционным доказательством как истинности самой теории, так и истинности первоначальных предположений (гипотез).

Повторимся, истинность любой эвристической гипотезы должна доказываться путём самостоятельных исследований. Заметим, что в случае, когда при объяснении факта неожиданно возникают (выдвигаются) другие – более вероятные – гипотезы его происхождения, первоначальная маловероятная гипотеза должна быть отброшена.

К тому же согласно основным положениям абдукции при поиске истины важен не только удачный подбор вероятных причин (гипотез) наблюдаемого явления, но и физическая интерпретация последующих дедуктивных (логических или математических) построений, ведущих от причины к явлению. Это и есть другая сторона абдуктивной стратегии поиска нового знания. В этом случае оценивается вероятность истинности интерпретации математических построений, которая (интерпретация) переводит сами построения в некий физический «механизм», находящийся между причиной и следствием (суть явления). Такой конкретный механизм всегда стоит за логикой любой математической теории и является необходимым звеном в выработке ясного понимания физической трансформации причины явления в его следствия или одного природного явления в другое.

Действительно, любое конкретное математическое построение как таковое в принципе не отражает собой какой-либо конкретный физический «механизм», переводящий (трансформирующий) одно явление природы в другое. И более того, хотя конкретные физические явления имеют свои строго конкретные математические отображения (формулы алгебраических тождеств, уравнения), но каких-либо конкретных физических «механизмов» исполнения, стоящих за ними (представляющих их), у них просто нет.

В качестве примера можно привести то, что одно и то же дифференциальное уравнение описывает волновые процессы различной физической природы (звуковые и поверхностные волны, электромагнитные волны, волны Релея, волны в плазме и т. п.), физические механизмы которых не имеют ничего общего друг с другом. Тогда как именно знание конкретных «механизмов» явлений представляет собой основную цель науки, поскольку позволяет составлять цельное взаимосвязанное представление об устройстве

природы (научное мировоззрение). В таком представлении предшествующие уровни знания о природе связаны с последующими, более глубинными, уровнями.

Например, наблюдаемые свойства Солнечной системы (законы Кеплера) были объяснены законом всемирного тяготения Ньютона. А этот закон, в свою очередь, также «ждёт» объяснения своего физического «механизма» тяготения, лежащего на более глубинном уровне организации (устройства) природы. Теория тяготения Ж. Л. Лесажа, общая теория относительности А. Эйнштейна, эфиродинамика В. А. Ацюковского и т. п. являются попытками выйти на этот уровень знания. И так далее, от одного уровня знания к другому.

Это с одной стороны. Тогда как с другой одна только математическая формулировка закона всемирного тяготения без знания того, каким образом он реализуется (без понимания сути гравитации, ясного представления физического «механизма» притяжения тел), не позволяет быть твёрдо уверенным в реальности существования новых физических объектов, которые следуют, например, из алгебраической формулы, описывающей свойства гравитационного поля в представлении А. Эйнштейна (здесь имеются в виду гипотетические кванты поля тяготения – гравитоны). А тем более из её дальнейшего математического развития.

Действительно, математические «манипуляции» с алгебраической формулой поля тяготения (закона) приводят к таким новым физическим объектам, как черные дыры или Большой взрыв Вселенной; рождение пространства из ничего или его «схлопывание в точку». Только физические механизмы явлений связывают уровни знания друг с другом, а тем самым строят научное мировоззрение об окружающем мире (природе в целом) как о сложнейшем объекте. Объекте, имеющем как единую основу, так и «принцип» действия, которые совместно проявляют себя в неисчерпаемом многообразии природных явлений.

Сегодняшний математический феноменализм, господствующий в физической науке (в котором нет физического механизма отображения явлений – моделей), гипертрофирует знание о природе в целом, делает его фрагментарным, то есть собранным из

отдельных кусков разных математических теорий, не связанных друг с другом общей физической основой.

В качестве примера можно привести разрозненность (обособленность) таких базисных теорий современной физики, как общая теория относительности, квантовая механика, теория элементарных частиц и т. д.

С одной стороны, от математики таких теорий бесполезно требовать какой-либо физической конкретики происходящих процессов – моделей. Например, от специальной теории относительности потребовать описания устройства «механизма» сокращения линейных размеров тел, промежутков времени или изменения массы тела, зависящих от скорости движения. Хотя без знания устройства этих «процессов» не только невозможно целенаправленно управлять указанными физическими атрибутами материальных тел (создавать соответствующую технику), но и ставить вопросы касательно устройства следующего (более глубокого) уровня природы.

А с другой стороны, увязать их в единое целое с другими характеристиками материи, известными из других областей знаний о природе, – например, связать их с «механизмами» явлений квантовой механики. Действительно, таких представлений у квантовой механики тоже нет, поскольку это чисто математическое (феноменологическое) направление исследования природы. Хотя все исследователи прекрасно понимают и признают то, что целостность природы заключается не только в единстве её материальной основы (находящейся в непрерывном движении), но и проявляющую себя через взаимообусловленные «механизмы» разных явлений.

К тому же только знание физических моделей «механизмов» явлений как представлений об устройстве природы позволяет человеку включить её в технические конструкции машин и заставить работать на себя. Поэтому стоит внимательнее относиться к заявлениям о мощи математической физики, подобным высказыванию Льва Ландау, сделанному в 60-х годах прошедшего века: «Мощь современной науки такова, что сейчас мы можем понять даже то, чего не можем себе представить», поскольку в русском языке слово «понять» означает не что иное, как ясное представление сущности

того, что хочешь понять. В этом отношении не менее примечательно высказывание А. Эйнштейна: «Существует поразительная возможность овладеть предметом математически, не поняв существа дела».

Только с точки зрения изложенной выше позиции можно реально оценить сделанные астрофизические открытия, понять смысл выдвигаемых теорий, созданных для их объяснения, чтобы представить себе целиком картину мироздания. Ясно, что она не будет совпадать с миропониманием любого другого человека, но при этом важно одно – не принять воображаемую иллюзию за реальность. Иллюзию, которую создал сам, или она возникла под давлением других. Именно с такой позиции и будут далее рассмотрены изложенные выше астрофизические эффекты и теории, чтобы понять, что общепринятое мнение (убеждение) не всегда соответствует истинному состоянию дел.

20.4. Эффект Доплера

В основание гипотезы Большого взрыва Вселенной был положен хорошо изученный эффект Доплера, который был теоретически предсказан К. Доплером в 1842 г., а впоследствии обнаружен у всех типов волн различной физической природы – например, у звуковых, электромагнитных, поверхностных волн, волн Релея и т. п. Эффект был досконально исследован в многочисленных опытах и натурных наблюдениях.

А поскольку эффект Доплера представляет собой реально наблюдаемое физическое проявление природной закономерности, то он сразу же был призван для объяснения «механизма» образования одного из основных астрофизических явлений современной астрономии – «космологического (метagalактического) красного смещения спектральных линий света», идущего из глубин космоса от звёздных галактических объектов. Причём аргументированность его привлечения вытекала из целого ряда признаков, присущих именно ему, таких как: зависимость величины смещения от значения скорости движения светящихся объектов, пропорциональность смещения наблюдаемых частот для всего спектра ис-

точника волн и т. п. Все эти признаки в своей общей совокупности приводили к мысли о единственной причине «красного смещения спектров галактик» как последствий результата Большого взрыва Вселенной, сопровождающегося разлётом в разные стороны всего её вещества или расширением самого пространства.

Но эффект Доплера имеет некоторые достаточно важные особенности, до настоящего времени остающиеся за рамками исследований гипотезы Большого взрыва, которые существенно ограничивают его применение в астрофизике.

1. Красное смещение и эффект Доплера в классической физике

Изначально эффект был предсказан для звуковых волн, то есть для волн в сплошной среде, скорость распространения которых зависит только от состояния самой среды вне зависимости от скорости движения источника и приёмника волн (назовём этот эффект классическим). Изменение длины (частоты) волны возникало только в актах излучения или приёма волн, то есть в местах контакта движущихся источника или приёмника волн со средой волнового процесса.

1.1. Если источник волн движется относительно среды со скоростью v и под углом α к направлению распространения волны, то длина волны в среде λ (воспринимаемая приёмником волн, неподвижным относительно среды), определяется по формуле:

$$\lambda = \lambda^{\circ}(1 \pm \beta_{\text{ис}} \cos \alpha) \quad (108),$$

где: λ° – длина волны, испускаемая источником волн,

$\beta_{\text{ис}} = v_{\text{ис}}/c$, здесь $v_{\text{ис}}$ – скорость источника волн относительно среды,

c – скорость волн в среде,

знак «–» берётся, если источник волн движется в сторону приёмника волн, знак «+» – при движении от приёмника волн.

1.2. Если же приёмник волн движется относительно среды со скоростью v и под углом α к направлению распространения волны, а длина волн в среде равна λ° (источник волн неподвижен относительно среды), то длина волн λ , воспринимаемая приёмником волн, определяется по формуле:

$$\lambda = \lambda^0 / (1 \pm \beta \cos \alpha), \quad \lambda = \lambda^0 \frac{1}{(1 \pm \beta_{\text{пр}} \cos \alpha)} \quad (109),$$

где: λ^0 – длина волн, испускаемая неподвижным источником волн,

$\beta_{\text{пр}} = v_{\text{пр}}/c$, здесь $v_{\text{пр}}$ – скорость приёмника волн относительно среды,

c – скорость волн в среде,

знак «+» берётся, если приёмник волн движется в сторону источника волн, знак «-» – при движении от источника волн.

Из формул видно, что механизм образования классического эффекта Доплера в среде полностью определяется фактом независимости скорости распространения волн в среде от скорости движения источника или приёмника волн. При этом эффекты от движения приёмника и источника волн относительно среды волнового процесса существенно различаются друг от друга. При одновременном движении приёмника и источника волн, скорость и направление движения которых различны, расчёт эффекта ведётся последовательно по обоим формулам.

При одновременном движении приёмника и источника волн, скорость и направление движения которых совпадают, эффект Доплера равен нулю, то есть принимаемая длина волны равна длине волны, излучённой источником волн. Это обстоятельство следует из совместного написания формул (107 и 108):

$$\lambda = \lambda^0 \frac{(1 \pm \beta_{\text{ис}} \cos \alpha)}{(1 \pm \beta_{\text{пр}} \cos \alpha)} = \lambda^0$$

1.3. Из приведённых особенностей классического эффекта Доплера ясно, что для объяснения факта смещения спектральных линий он может быть использован только в модели стационарной Вселенной для случая взрыва её вещества (как бомбы) в уже существующем пространстве. В системе покоящегося приёмника волн и с движущимся от него источником волн используется формула (1), из которой следует:

$$1 + z = \lambda/\lambda^0 = (1 + \beta \cos \alpha) \quad (110),$$

где $z = \Delta\lambda/\lambda^0 = (\lambda + \lambda^0)/\lambda^0$ – величина смещения спектральных линий.

В физической модели этого эффекта пространство должно обладать материальными свойствами, скорость света в котором не должна зависеть от скорости движения источника и приёмника волн. Здесь нет ограничений на скорости движения источника и приёмника волн, в частности – на сверхсветовую скорость удаления источника волн от приёмника.

Таким образом, для привлечения классического эффекта Доплера в качестве «механизма» образования смещения спектральных линий света, идущего от далёких галактик, величина смещения которых подчиняется закону Хаббла, нужны всего две гипотезы. Одна из гипотез – это взрыв правещества в точке сингулярности (как бомбы) изначально существующего объёма пространства. А по второй гипотезе – само пространство должно быть материально, чтобы в нём мог распространяться волновой процесс – электромагнитные волны.

А. На наш взгляд, обосновать первую гипотезу не представляется возможным, поскольку она базируется на фантастическом предположении Большого взрыва правещества Вселенной в точке сингулярности (модель традиционного Взрыва). Хотя это утверждение является превалирующим в современной космологии, однако в настоящее время эта интерпретация начинает вызывать значительные сомнения.

Гипотезу сформулировал бельгийский священник, профессор физики и астроном Католического университета Лувена и президент Папской академии наук Жорж Анри Жозеф Эдуард Леметр. Он предложил теорию происхождения Вселенной, которая сегодня известна под названием модели Большого взрыва Вселенной, хотя он сам назвал ее «гипотезой первичного атома». Ж. Леметр пошел дальше Фридмана, сделав вывод о том, что должно иметь место первоначальное «подобное творению» событие. Он считал, что «...у этого мира было начало и его ждет конец, и что это знание послужит к обращению в веру в Создателя многих людей» [116].

Действительно, понятие «сотворения» далеко не научное, но тем не менее это научная теория, хотя до сих пор так и не нашли

физически разумного объяснения сингулярности, обусловленной бесконечной плотностью материи в точке «рождения» Вселенной. Да и причина «взрыва» остаётся тайной «за 7 печатями», как и сам «внутренний механизм» расширения, то есть то, как это происходит.

Смущает и то, что скорости удаления вновь наблюдаемых звездных объектов, вычисленные в соответствии с этой интерпретацией, становятся всё более неразумно большими (уже даже с позиции СТО). Например, если когда-то для квазара Q01442+101 с $Z=3,3$ такая интерпретация приводила к значению его физической скорости приблизительно в 0,9 скорости света, что уже вызывало большой вопрос, то наблюдения наших дней преподносят данные с значением $Z = 7$ и более.

Напомним, что квазар представляет собой звёздный объект, который в десятки, а иногда и в сотни раз превышает суммарное число всех звёзд таких галактик, как Млечный путь или Андромеда. Помимо того, что эти объекты характеризуются большим красным смещением в области видимого спектра, они ещё располагают значительным радиоизлучением. Самым удивительным в квазарах были настолько малые угловые размеры, что в течение нескольких лет после их открытия, их не сразу удавалось отличить от «точечных источников» света – звёзд.

Наиболее далёкие квазары благодаря своей гигантской светимости, превосходящей в сотни раз светимость обычных галактик, регистрируются с помощью радиотелескопов на расстоянии более 12 миллиардов световых лет. На июль 2011 года самый удалённый квазар (ULAS J112001.48+064124.3) находился на расстоянии около 13 миллиардов световых лет от Земли.

Другой поразительной особенностью квазаров является нерегулярная переменность их блеска в течение суток, что указывает на малый размер области генерации их излучения, которая должна быть сравнимой с размером Солнечной системы. О реальной энергетике таких систем, механизмах генерации в столь громадных объёмах энергии можно лишь гадать!

Квазары сравнивают с маяками Вселенной. Они видны с огромных расстояний (например, до красного смещения, чуть превыша-

ющего $z = 7$), по ним исследуют структуру и эволюцию Вселенной, определяют распределение вещества на луче зрения. На это указывают сильные спектральные линии поглощения водорода, разворачивающиеся в «лес линий» по красному смещению поглощающих облаков.

Б. Тогда как привлекать какие-либо положения (или утверждения) для объяснения материальности пространства (второй гипотезы) нет необходимости, поскольку эффект Доплера в оптике уже есть хорошо установленный факт, который сам за себя указывает на субстанциональность вакуума (был предсказан для материальных сред). А фотонное представление электромагнитной волны, обосновывающее эффект «красной границы» при фотоэмиссии электронов из металлов, можно с успехом отнести к квантовым свойствам самого физического вакуума, а не к гипотезе представления волн в виде самодостаточных частиц.

На основании вышеизложенного и в согласии с законами абдукции, успешное привлечение классического эффекта Доплера для объяснения механизма образования космологического красного смещения весьма сомнительно [117].

2. Красное смещение и эффект Доплера в физике общей теории относительности

В модели общей теории относительности (ОТО) классический эффект Доплера не может быть использован даже формально, поскольку расширяется само пространство, а объекты Большого взрыва Вселенной (источник и приёмник волн) остаются неподвижны относительно него (пространства). В этой модели используется иной эффект смещения спектральных линий, который связан с растягиванием электромагнитных волн самим расширяющимся пространством так, как будто бы потенциалы волны «жёстко» связаны с метрикой пространства. Назовём этот эффект «метрическим» эффектом Доплера.

2.1. В этой теории за интервал времени между сигналами можно взять $\Delta t = 1/\nu$, считая, что каждый сигнал является максимумом потенциала периодической электромагнитной волны с частотой ν .

Предположим, что в начало координат (в котором находится наблюдатель) эти сигналы приходят в настоящий момент времени (обозначим его за t^0). Тогда, учитывая значения масштабного фактора в момент испускания волны t (обозначим его $\alpha(t)$) и в момент приёма волны t^0 (обозначим его $\alpha(t^0)$), согласно положениям ОТО, можно будет записать:

$$\Delta t^0 / \alpha(t^0) = \Delta t / \alpha(t) \quad (111).$$

Из этого соотношения следует релятивистский эффект Доплера:

$$1 + z = \alpha(t^0) / \alpha(t) = v/v^0 = \lambda^0/\lambda \quad (112).$$

В общей теории относительности масштабный фактор $\alpha(t)$ есть величина, показывающая, как с течением времени t меняется расстояние между фиксированными частицами в деформирующейся (расширяющейся) Вселенной.

2.2. В формуле (112) все величины, помеченные индексом $(^0)$, относятся к моменту приёма волны t^0 . А так как в расширяющейся Вселенной $t^0 > t$, то, следовательно, $\alpha(t^0) > \alpha(t)$. При этом из формулы (112) вытекает, что $z > 0$, а поэтому длина волны принимаемого сигнала больше, чем излучённого.

Как и в классическом эффекте Доплера, и здесь z есть величина красного смещения, которая равна относительному увеличению длины волны принимаемого электромагнитного сигнала.

$$z = \lambda^0/\lambda - 1 = (\lambda^0 - \lambda)/\lambda = \Delta\lambda^0/\lambda \quad (113).$$

2.3. Свойства «метрического» эффекта Доплера и его внешние проявления разительно отличают его от классического эффекта Доплера, а поэтому он не может быть сведён к последнему даже формально, т.е. по признаку геометрического увеличения расстояния между объектами вследствие кинематики относительного движения. Пространство в этом случае тоже материально (как и в «классическом» эффекте Доплера), но оно имеет изменяющуюся во времени метрику и тем самым жёстко определяет свойства электромагнитных процессов, происходящих в нём, которые также меняются во времени.

Это обстоятельство представляет собой не что иное, как гипотезу о наличии в природе «метрического» эффекта Доплера. Согласно нее, приверженцы общей теории относительности (ОТО)

утверждают, что смещение спектральных линий при расширении пространства относится ко всему спектру электромагнитных волн. Если это так (принять как гипотезу), то характеристики электромагнитных волн должны изменяться во всём их спектре как с длиной волны в сотни километров, так и с длиной волны жёсткого гамма-излучения.

Практика астрофизических наблюдений спектров далёких галактик и реликтового излучения показывает, что это так и есть. Но именно это обстоятельство порождает собой одну из труднейших проблем ОТО. Действительно, поскольку всё вещество Вселенной состоит из заряженных частиц и электромагнитных полей, то и они (вещество и поля) должны изменяться в такт расширения пространства, причём в любых его объёмах. Иными словами, в любой ячейке расширяющегося пространства, как со стороны в сотни километров (диапазон длинных радиоволн), так и до мельчайших ячеек, которые сравнимы с объёмами элементарных частиц (атомов). Данное обстоятельство следует из утверждения, что такие ячейки сопоставимы с длиной электромагнитной волны жёсткого гамма излучения.

2.4. А поскольку представленная логика рассуждений не подсказывает иного решения, то указанное обстоятельство с неотвратимостью закона природы должно сказываться на устройстве всей материи Вселенной в целом (так как атомное строение вещества определяется электромагнитными силами).

Иными словами, свойства материи и физических полей должны изменяться во времени, то есть должны существовать вполне определённые наблюдаемые эффекты подобного рода. Их отсутствие (изменения свойств материи и полей во времени), как и ничем необоснованная стабильность размеров галактик, да и самих звёзд и их систем, размеры которых почему-то также не изменяются в «такт» расширению пространства (а это размеры уже в сотни тысяч световых лет), являются одной из нерешённых проблем общей теории относительности.

Неразрешимость этой проблемы в современный момент эволюции Вселенной, которая существует в рамках общей теории относительности (заметим, что подобные синхронные изменения

пространства и материи являют собой основные выводы ОТО, которые следуют из неё начиная с момента возникновения Большого взрыва Вселенной), может свести на «нет» не только физическую реальность «метрического» эффекта Доплера (существующего пока тоже только в рамках гипотезы), но и какого-либо фактического (наблюдательного) расширения пространства (дополнительные объёмы которого, по сути, должны «рождаться» из ничего). Тем самым это позволяет признать факт смещения спектральных линий уже не в качестве экспериментального доказательства истинности теории тяготения Эйнштейна с её моделью эволюционирующей Вселенной, а как доказательство её несостоятельности.

2.5. Заметим, что в этой модели ещё есть так называемое хаббловское расстояние, то есть когда источник волн находится на столь значительном расстоянии от наблюдателя, что за время преодоления его светом перед наблюдателем «нарождается» такой новый дополнительный объём пространства, что свет остаётся на прежнем расстоянии от приёмника волн. Иными словами, звёздные объекты, находящиеся от наблюдателя на этом расстоянии, пространственно удаляются от него со скоростью света. Расстояние Хаббла составляет чуть меньше 14 миллиардов световых лет и может «скрывать» от наблюдателя истинные размеры существующей Вселенной и существенно занижать их.

От светящихся объектов, находящихся за этим «горизонтом», свет до наблюдателя не доходит вовсе, следовательно, объектов, удаляющихся от него с такими и ещё большими скоростями, он в принципе наблюдать не может. Если бы пространство не расширялось, то самый отдаленный объект современный наблюдатель мог бы видеть на расстоянии около 14 млрд световых лет от него, т.е. на расстоянии, которое свет преодолел за 14 млрд лет, прошедших с момента Большого взрыва. Но поскольку Вселенная расширяется, то пространство, пересеченное фотоном, дошедшим до наблюдателя, расширилось за время его пути. Поэтому текущее расстояние до самого удаленного из наблюдаемых сейчас объектов примерно втрое больше – около 46 млрд световых лет. Это логика ОТО.

Но возникает вопрос, а как понять ситуацию с эффектом хаббловского расстояния, если астрофизики наблюдают объекты с

такими большими скоростями, величина смещения спектральных линий которых больше 1 (например, $z = \Delta\lambda / \lambda = 7$). И хотя в этой модели величина смещения спектральных линий со значением больше единицы не имеет никакого отношения к величине кинематической скорости движения объекта (см. формулу (113)), так как удаляющиеся объекты покоятся относительно расширяющегося пространства, но понять этот факт не представляется возможным. Этот вопрос заостряется при наличии строгой обоснованности расстояния Хаббла. Указанный «эффект» хаббловского расстояния логически опровергнуть невозможно, и в него никак не вписываются факты наблюдательной астрономии с объектами, у которых $z > 7$.

2.6. Таким образом, для привлечения «метрического» эффекта Доплера в качестве «механизма» образования смещения спектров по закону Хаббла, нужно уже несколько гипотез:

а) это особый взрыв Вселенной с «рождением» из «ничего» всего её вещества и самого пространства. Эту гипотезу, на наш взгляд, невозможно обосновать;

б) это продолжение расширения («рождения») пространства, которое происходит и в настоящее время. Против этой гипотезы есть возражения, связанные с вариантами её возможного объяснения, которые возникают при произвольности ответов на целую череду вопросов. Например, изменяются ли свойства пространства при его расширении?

Если нет, то откуда берутся его новые объёмы, если оно «раздувается, как мыльный пузырь»?

Если да, то оно должно иметь некую структуру, поскольку в нём в любом месте можно выделить любой объём пространства. Действительно, для наблюдателя оно не объект, который он может наблюдать только со стороны и определять его свойства снаружи.

При наличии «первичных ячеек», из которых пространство состоит (и которые образуют его структуру, не важно какую – аморфную или кристаллическую), как объяснить (при всеобщем расширении Вселенной из одной точки сингулярности) неизменность характеристик гравитационных, электрических и магнитных полей, обеспечивающих стабильность размеров галактик, звезд, атомов и всех других структурных элементов материи? Причём при

наличии жёсткой связи метрики расширяющегося пространства только с электромагнитным полем, что только и может обеспечить «метрический» эффект Доплера.

Таких вопросов достаточно много, и их число увеличивается с каждым новым астрофизическим открытием, например, с появлением доказательств расширения Вселенной с ускорением или с обнаружением поляризационной структуры реликтового излучения, возникшего вследствие воздействия на него гравитационной волны от Большого взрыва Вселенной. Поэтому, на основании вышеизложенного и в согласии с законами абдукции, привлечение «метрического» эффекта Доплера для объяснения механизма образования космологического красного смещения как маловероятного природного явления не может привести к успеху, заключающемуся в предсказании его новых свойств.

3. Красное смещение и эффект Доплера в физике специальной теории относительности

В специальной теории относительности для случая распространения электромагнитных волн в вакууме формулу, отображающую эффект Доплера, выводят согласуясь с положениями принципа относительности. Так как для распространения электромагнитных волн не требуется материальная среда, то можно рассматривать только относительную скорость источника и наблюдателя (v). Назовём этот эффект «релятивистским» эффектом Доплера. Его математическое отображение (формула) напоминает собой формулу классического эффект Доплера, за тем лишь исключением, что в нём в принципе не рассматривается скорость движения приёмника относительно электромагнитных волн (для него эта скорость всегда равна скорости света).

$$\lambda = \frac{\lambda^*(1 + \beta \cos \alpha)}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (114),$$

где: λ – длина волны, принимаемая приёмником,

λ^* – длина волны, испускаемая источником,

$\beta = v/c$, здесь v – скорость источника относительно приёмника волн,

c – скорость электромагнитных волн в вакууме,
 α – угол между направлением на источник и вектором скорости
в системе отсчёта приёмника.

Если источник радиально удаляется от наблюдателя, то $\alpha = 0$,
если приближается, то $\alpha = \pi$.

3.1. Релятивистский эффект Доплера обусловлен двумя причинами. С одной стороны, он представляет собой классический аналог изменения частоты при относительном движении источника и приёмника волн. Это следует из числителя формулы (114). А с другой стороны, в нём присутствует релятивистское замедление времени. Это следует из знаменателя формулы (114). Последний фактор приводит к поперечному эффекту Доплера, когда угол между волновым вектором и скоростью источника равен $\alpha = \pi/2$. В этом случае изменение частоты является чисто релятивистским эффектом, не имеющим классического аналога.

Согласно формуле (114), место образования «релятивистского» эффекта – рядом с источником волн (как и в классическом эффекте), то есть он тоже *должен* реализоваться во время акта испускания света движущимся источником волн. Напомним, что в феноменологических теориях, основанных на математической гипотезе, в принципе нет каких-либо физических моделей явлений, поэтому механизма его образования нет.

Однако релятивистский эффект Доплера принципиально отличается от классического эффекта тем, что в специальной теории относительности пространство представляет собой математическую абстракцию и лишено каких-либо материальных свойств. В этой теории свет представляет собой особые частицы: фотоны, летящие в пустом пространстве со скоростью света, которые в момент их фиксации приёмником волн остаются такими же, как и в момент их излучения источником волн, даже если они находились в пути миллиарды лет (иными словами, фотоны никаким образом не взаимодействуют с пустым пространством).

3.2. Использование относительной скорости движения между источником и приёмником волн $v_{от}$ в «релятивистском» эффекте Доплера приводит к серьёзному недоразумению, которое особенно заметно в астрофизике. Действительно, совсем неясно то, а что

конкретно подразумевается по этим понятием — $v_{от}$ (скорость движения источника волн относительно приёмника волн), поскольку есть конкретный промежуток времени между актом испускания волн и актом их приёма. Наличие этого временного промежутка формально приводит к недоразумению, так как по определению относительной скорости это есть мгновенная скорость, существующая между двумя объектами в момент приёма волн. То есть конкретная величина относительного движения источника волн (приводящая к изменению расстояния между источником и приёмником волн) должна быть реальной для любого момента времени измерения, выбранного во всём временном интервале наблюдений. Иными словами, это та относительная скорость источника волн, что есть сейчас, в данное конкретное мгновение времени (в мгновение приёма волны приёмником), а не «секундой» раньше или «столетием» позже. Так какую именно величину скорости источника волн подставлять в формулу (113) для подсчёта «релятивистского» эффекта Доплера?

3.3. Недоразумение связано с тем, что здесь всё же есть два момента времени, и совсем непонятно, к какому именно мгновению следует относить эту скорость: к моменту излучения света или к моменту его приёма, или же речь идет о какой-то иной скорости источника волн, существовавшей когда-то в указанном временном интервале? Да и как эту относительную скорость источника волн фиксировать (измерять)? Иными словами, какое именно конкретное определение (формулировка) относительной скорости используется в специальной теории относительности для вычисления «релятивистского» эффекта Доплера? Только после решения данной проблемы можно ставить вопрос о том, каким образом относительную скорость источника волн можно измерить?

3.4. Действительно, относительно какой именно конкретной координатной системы отсчёта миллиарды лет назад двигался источник электромагнитных волн, если приёмника волн, который фиксирует его сейчас (в данное конкретное мгновение), в то далёкое время ещё не было вовсе? Нашей планете около 5 миллиардов лет, а астрофизики фиксируют красное смещение спектров от галактических объектов, расположенных на расстоянии от 5 до

14 миллиардов световых лет. Так о какой относительной скорости источника волн ведётся речь в СТО при астрофизических наблюдениях, поскольку приёмника волн ещё не было в момент излучения электромагнитных волн, принимаемых им сейчас?

3.5. Поскольку сторонники СТО интерпретируют межгалактическое «красное смещение» относительным движением источника волн, то поставленный выше вопрос можно сформулировать несколько иначе, а именно: каким же способом источник волн заложил информацию о своём относительном движении в световой сигнал в виде смещения спектров в красную сторону?

Действительно, а что всё же измеряют астрофизики, говоря о красном смещении линий спектров внегалактических объектов и строя свои рассуждения на принципах специальной теории относительности?! В рассматриваемом случае неопределённость относительной скорости движения источника волн в системе отсчёта приёмника волн в принципе устранить нельзя, а значит этот факт не что иное, как нонсенс, возникший в рамках математической модели этой теории.

Если при незначительных расстояниях между объектами волновых процессов указанное обстоятельство приводит к ошибкам в расчётах (расчёты возможны только в результате использования определённых допущений), то в проблеме происхождения межгалактического красного смещения спектральных линий, когда расстояние между приёмником и источником волн составляет миллиарды световых лет, этот вопрос приводит уже к полному абсурду. Формально этот абсурд сохраняется и тогда, когда расстояние между приёмником и источником волн минимальное, поскольку акты излучения волн и их приёма разделены во времени.

3.6. Понятно, что и в системе отсчёта источника волн это сделать нельзя. И не только по определению (формулировке) относительной скорости. Действительно, в этой системе источник волн покоится относительно неё, и в ней свет всегда движется с одной и той же скоростью – скоростью света. Таким образом, в системе отсчёта источника волн изменение частоты волны – это уже полный абсурд.

3.7. Более того, отметим, что в специальной теории относительности обязательно нужен наблюдатель, в противном случае

разговор о любых относительных физических величинах просто бессмыслен. Собственная частота источника волн не может измениться, если нет приёмника волн, то есть наблюдателя, так как без него нет никакой возможности установить относительную скорость движения. Аналогичный вопрос относится и к углу α .

3.8. Резюмируя изложенное выше, можно сделать вывод, что остаётся лишь одно: связать относительную скорость движения источника волн с системой отсчёта, привязанной к самому волновому процессу, то есть приписать пространству материальные свойства. При этом процесс трансформации частоты излучаемых электромагнитных волн происходит в точке излучения, то есть там, где излучатель источника волн (вибратор) взаимодействует с физическим вакуумом. Поскольку очевидно, что связывать эту систему отсчёта с каким-либо конкретным фотоном означает простой перевод решения стоящей проблемы к случаю, похожему на случай с системой отсчёта источника волн. Таким образом, реально наблюдаемый эффект Доплера в оптике, а также явление смещения спектральных линий внегалактических звёздных объектов, как опытные факты, есть прямое экспериментальное доказательство ошибочности как самого принципа относительности, так и несостоятельности специальной теории относительности, разработанной на его основе.

3.9. Из вышеизложенного явствует, что привлечение «релятивистского» эффекта Доплера в качестве физического «механизма» образования смещения спектров света внегалактических звездных объектов в его красную часть в принципе невозможно из-за методологических трудностей, имеющих в его формулировке и связанных с определением относительной скорости движения источника волн. В противном случае его использование в качестве «механизма» образования «красного смещения» (для сохранения гипотезы о Большом взрыве Вселенной) с необходимостью потребует привлечение ещё нескольких ничем не обоснованных допущений (которые были изложены в этом пункте). А всё это в своей общей совокупности и в согласии с законами абдукции указывает на то, что «релятивистский» эффект Доплера в природе отсутствует, а астрофизическое явление «красного смещения» спектральных линий света далёких галактик имеет иное происхождение.

Общим выводом ко всему вышеизложенному может быть только утверждение, что привлечение эффекта Доплера для объяснения механизма межгалактического красного смещения спектральных линий возможно лишь на основе положения о материальности (субстанциональности) космического пространства. Причём в этом случае появляется возможность сохранить идею стационарности Вселенной, которую в своё время пытался обосновать и сам А. Эйнштейн, вводя в свои уравнения так называемую космологическую постоянную Λ (лямбда). Привлекательность этой идеи состоит в том, что из науки космологии исключается идея рождения мира из «ничего». Интересно, что подобный сценарий возникновения Вселенной – взрыв «космического яйца» – упоминается в древнееврейской каббале, в древнекитайских мифах и в древнеегипетских «Текстах саркофагов».

Понятно, что современная идея Большого взрыва и эволюционного развития Вселенной есть научный результат, который следует из решения уравнений ОТО. Но является ли Большой взрыв и последующее развитие событий физической реальностью – до сих пор остаётся большим вопросом. Кстати, сам автор термина «Большой взрыв» – нобелевский лауреат Фредерик Хойл из США – в эту теорию не верил. Многие исследователи замечают, что эта теория, хотя и базируется на крупных астрофизических явлениях и обладает прогностической силой, но тем не менее рождает много парадоксов и не объясняет их. Тут, кстати, возникает логический парадокс: если Вселенная бесконечна, как возможно, чтобы бесконечность расширялась? Впрочем, парадокс этот относится не к физике, а к категории философских софизмов, поэтому продолжим.

Например, в 1970-е годы по инициативе академика Б. Зельдовича учёные СССР и США построили компьютерную модель распределения материи во Вселенной. Оказалось, что галактики объединяются в метagalaktiki и располагаются в пространстве как бы в узлах некоей ячеистой структуры с шагом порядка 100 млн световых лет. Внутри ячеек царит относительная пустота. Пространственно-временной континуум Вселенной оказался структурированным. Результат «взрывного разброса» вещества должен бы выглядеть иначе.

Это несколько ослабило авторитет сторонников фридмановской «расширяющейся Вселенной» и теории Большого взрыва. Интересно отметить следующую аналогию. В то же самое время эффект структурирования пространства был открыт при исследовании биологических объектов: колонии одноклеточных водорослей (хлореллы) в аквариуме либо принимали объёмную форму дерева, либо выстраивались в ячеистую структуру, подобную пространственному распределению метагалактик. И самое главное, постоянная Хаббла не уменьшается, как предсказывал он сам, а растёт, что подтверждают последние измерения.

В космологии обнаружили и другие очевидные парадоксы. Так, до появления модели Фридмана предполагали, что эволюция Вселенной может идти двумя путями: либо бесконечное разбегание вещества от точки Большого взрыва, либо смена в какой-то момент фазы расширения фазой сжатия – вплоть до коллапса, когда Вселенная снова обратится в точку. Выбор пути зависел от критической плотности вещества во Вселенной. Если плотность выше некоторой величины, то происходит коллапс. Если меньше – то наши далёкие потомки всё так же будут наблюдать на небосклоне удаляющиеся друг от друга звёздные скопления.

С одной стороны, наблюдения за динамикой звёзд в галактиках и галактик в их скоплениях показали, что их собственной массы недостаточно для поддержания гравитационной стабильности. Решение этой проблемы предполагает наличие во Вселенной некоей дополнительной материи (её называют тёмной материей), участвующей в гравитационном притяжении. Вселенная «утяжелилась», и скорость её «теоретического» расширения уменьшилась.

А с другой стороны, более тщательные исследования красного смещения в ближней области на расстояниях 10^5 – 10^7 световых лет и наблюдение вспышек далёких сверхновых показывают, что скорость расширения Вселенной со временем увеличивается. Это обстоятельство потребовало введения дополнительного фактора – тёмной энергии, обладающей уже антигравитационными свойствами и заставляющей Вселенную расширяться дальше.

Таких парадоксальных ситуаций в теории Большого взрыва предостаточно, что принуждает оглянуться на модель стационар-

ной Вселенной, где таких апорий значительно меньше, причём на порядки.

А сделать это позволяет эффект Михельсона. О нём мало что известно широкой научной общественности, но тем не менее именно он может лечь в основание теории при создании одной из наиболее реалистичных картин мироздания, альтернативных Большому взрыву Вселенной. Об эффекте подробнее будет изложено в следующем параграфе.

20.5. Обобщенный эффект Доплера – Михельсона

Как указывалось выше, для объяснения происхождения красного смещения спектральных линий внегалактических звездных объектов можно привлечь ещё одно природное явление, связанное с изменением частоты излучения. Это возможно будет легче представить и понять, если сделать небольшое отступление от формы изложения материала в данной книге, связанное с приведением исторической справки о первом знакомстве сотрудников Физико-технической лаборатории Глушко (ФТЛГ) с упомянутым выше эффектом (что достаточно симптоматично для любой группы исследователей). Этому эффекту было уже почти 100 лет с момента его теоретического открытия ещё в 1899 г. русским физиком и метеорологом Владимиром Александровичем Михельсоном, когда группа ФТЛГ в 1995 г. впервые столкнулась с теоретической возможностью существования этого явления и последующим его обнаружением на практике в специально поставленных экспериментах. Этот момент поучителен, поскольку подпадает под категорию «новое – это хорошо забытое старое».

Эффект был обнаружен теоретически и экспериментально в процессе доработки методики оценки состояния вещества различных газов, подвергнутых резкому сжатию при адиабатических процессах (и их последующему релаксационному разряжению), то есть при очень скоротечных, практически мгновенных процессах, в которых только и возможно обеспечить минимальный теплообмен с внешней средой. По одной из методик, разрабатываемых Владимиром Владимировичем Глушко, первоначально предпола-

галось, что оценка состояния газовой среды будет производиться по изменению скорости звука, пропущенного через неё, поскольку было общеизвестно, что эта скорость находится в прямой зависимости от давления газа и в обратно пропорциональной зависимости от плотности вещества.

В разрабатываемой методике скорость ультразвука должна была определяться (измеряться) по изменению длины волны звука, прошедшего через объём сжимаемого газа. Расчёты изменения скорости ультразвука, прошедшего через деформируемый объём газа, показывали, что в таких быстротекущих адиабатических процессах (сотые доли секунды) измерения давления в газе будут производиться с необходимой точностью для проводимого исследования, которая в принципе была недостижимой для существующих манометров в виду их высокой инерционности.

При тарировании (калибровке) измерительного устройства в целом с разными величинами давления газа, поддерживаемыми длительное время, а также при медленных переходах от одной величины давления к другой наблюдалось четкое соответствие воспринимаемой частоты с расчётными формулами. Но в экспериментах с кратковременными «взрывными» процессами сжатия газа, осуществляемых с помощью реального взрыва порохового заряда (и последующих обратных процессах релаксационного разряжения), на электронных записях частоты ультразвуковой волны, прошедшей через сжимаемый объём газа, выявились области аномально большого значения изменения частоты, происходящие за достаточно короткие промежутки времени.

Исследование этих областей показало, что они соответствуют тем моментам времени, когда происходят самые быстрые изменения давления за всё время сжатия газа, то есть в те мгновения, когда величина изменения давления в газе в единицу времени принимает своё наибольшее значение. Так, теоретически и экспериментально (можно сказать, чисто «случайно») при решении конкретной практической задачи было переоткрыто «новое» физическое явление.

Суть явления понять довольно легко. Общеизвестно, что классический эффект Доплера (изменение частоты воспринимаемого излучения) имеет место только в случае относительного движения между источником и приёмником волн.

Действительно, эффект Доплера в сплошной материальной среде при движении источника и приёмника волн вдоль прямой, соединяющей их, в самом общем случае можно записать в виде:

$$f = f_0 \left(1 \pm \frac{v_{\text{пр}} - v_{\text{ист}}}{c} \right) = f_0 \left(1 \pm \frac{v_{\text{от}}}{c} \right) \quad (115),$$

где: f – воспринимаемая частота волн;

f_0 – излучаемая частота волн;

$v_{\text{ист.}}$ – скорость источника волн относительно среды;

$v_{\text{пр.}}$ – скорость приёмника волн относительно среды;

$v_{\text{от.}}$ – скорость движения источника и приёмника волн относительно друг друга;

c – скорость волн в среде.

Из формулы (115) видно, что при $v_{\text{от.}} = 0$, $f = f_0$ воспринимаемая частота волны не изменится, даже если приёмник и источник волн будут находиться в движении относительно среды волнового процесса. В классическом эффекте Доплера важно именно относительное движение.

Однако из данной формулы следует, что изменение частоты будет происходить и в том случае, когда относительная скорость между источником и приёмником волн будет равна нулю. Действительно, в теоретическом плане формулу (115) можно представить и в другом виде, когда необходимо принимать во внимание волновые свойства самой среды, например, изменение скорости распространения волнового процесса в зависимости от изменения состояния самой среды. В оптике свойства среды связывают с показателем преломления (n).

Известно, что при этом длина пути волны между источником и приёмником волн будет определяться через соотношение $L = nl$, где $n = c_0/c$; здесь c – скорость волн в среде в начале процесса сжатия, c_0 – скорость волн в среде в конце процесса сжатия. При этом, если относительную скорость движения между приёмником и источником волн определить через дифференциал $v_{\text{от}} = dL/dt$, то формула (115) переписется в виде:

$$f = f_0 \left(1 \pm \frac{v_{\text{от}}}{c} \right) = f_0 \left(1 \pm \frac{1}{c} \cdot \frac{d(nl)}{dt} \right) = f_0 \left[1 \pm \frac{1}{c} \left(n \frac{dl}{dt} + l \frac{dn}{dt} \right) \right] \quad (116).$$

При этом будет учитываться не только изменение геометрического расстояния между источником и приёмником волн, то есть относительная скорость их перемещения, приводящая к Доплеровскому сдвигу частоты

$$f_{доп} \approx \frac{n}{c} \frac{dl}{dt} \quad (117),$$

но и изменения во времени показателя преломления среды, приводящие также к преобразованию частоты, обозначенного через $f_{мих}$:

$$f_{мих} \approx \frac{l}{c} \frac{dn}{dt} \quad (118).$$

В общем случае, если расстояние между источником и приёмником волн не изменяется, то есть $\frac{dl}{dt} = 0$, то воспринимаемая частота будет определяться только по формуле:

$$f_{мих} = f_0 \left(1 \pm \frac{l}{c} \frac{dn}{dt} \right) \quad (119).$$

Из формулы (119) следует, что среда, в которой распространяются волны, по каким-либо причинам стала изменять свои свойства так, что скорость распространяющихся в ней волн стала изменяться, например, увеличиваться или уменьшаться. Это обстоятельство вытекает из $\frac{dn}{dt} \neq 0$

Причём здесь важным моментом является то, что эти изменения в среде происходят именно во время распространения в ней волнового процесса.

Как указывалось выше, такую ситуацию можно осуществить резким повышением давления воздуха в сосуде, через который распространяется звук. Даже если при этом расстояние между источником и приёмником волн не изменяется (то есть классический эффект Доплера равен нулю), то указанное изменение свойств среды приведёт к росту частоты воспринимаемого излучения (см. формулу (119)).

Те же самые изменения с принимаемой частотой ультразвуковой волны будут происходить и в случае (при неизменном рассто-

янии между источником и приёмником волн), если в неизменном объёме среды произвести: быстрое повышение температуры (с помощью индукционных токов или искрового пробоя); изменить состав вещества посредством микровзрыва горючих веществ (пороха или спирта); пропустить через среду другую звуковую волну в направлении, перпендикулярном распространению сканирующего ультразвука.

Ранее указывался результат ретроспективного анализа работ по данному направлению исследований. Он показал, что теоретически описанное явление в рамках общих кинематических закономерностей волновых процессов ещё в 1899 г. предсказал русский физик В. А. Михельсон, представив его в виде формул (116) и (119). Реальные процессы в среде намного сложнее, чем те, которые описываются этими формулами, но тем не менее они верно отражают физику процесса, происходящего в сплошной среде с изменяемыми параметрами. Таким образом, почти через 100 лет было теоретически переоткрыто и экспериментально доказано «новое» физическое явление, связанное с волновыми процессами в сплошных средах [118].

При этом было совершенно очевидно, что без наличия сплошной материальной среды такое явление в природе существовать не может. Поэтому сотрудники ФТЛГ были твёрдо убеждены в том, что подтверждение этого явления в оптике перевернёт (кардинально изменит) существующую парадигму взглядов на космическую пустоту (физический вакуум).

Действительно, с одной стороны это явление было бы прямым доказательством материальных свойств пространства (наличия в природе электромагнитного эфира), поскольку фотонное представление электромагнитных волн, которые движутся в пустом космическом пространстве и не взаимодействуют с ним, не сможет объяснить данный эффект.

А косвенным доказательством, что это явление всё же имеет место в оптике, для сотрудников ФТЛГ были два следующих факта инструментальной астрофизики. К первому явлению относится смещение частот в спектрах удалённых галактик в сторону уменьшения частоты по сравнению с линиями эталонных спектров – так

называемое межгалактическое «красное смещение». А ко второму природному феномену было отнесено микроволновое фоновое излучение Вселенной, так называемое «реликтовое излучение». Суть обоих явлений была изложена в предыдущих параграфах.

Опираясь на гипотезу существования электромагнитного эфира и явление Михельсона, можно было не только объяснить эти два, казалось бы, разрозненных астрономических факта, но и связать их вместе одной причиной и одним физическим механизмом.

До 1995 г. не было сколько-нибудь серьёзной (в экспериментальном плане) альтернативы гипотезе происхождения красного смещения и реликтового излучения как следствия Большого взрыва Вселенной. В это самое время вышла работа В. В. Глушко «А был ли Большой взрыв Вселенной?!», где указывалось на их возможно иное происхождение. В основу новой теории было положено явление Михельсона. В этой теории обсуждается новая модель космологического красного смещения на основе предположения о постепенной эволюции физического вакуума, который рассматривается как реальная материя с зависящими от времени диэлектрической проницаемостью и магнитной восприимчивостью, которые определяют скорость света в нём. Иными словами, физический вакуум всего космического пространства Вселенной (электромагнитный эфир) со временем изменяет свои свойства, а это неминуемо должно приводить к изменению скорости волнового процесса в нём и как следствия – к изменению воспринимаемой частоты световых волн, идущих от звёзд и галактик.

В эффекте Михельсона рассматривался коэффициент преломления среды ($n = C_0/C_n$), или, что одно и то же, отношение скорости света в конце волнового процесса (C_0) к скорости света в его начале (C_n). Причём скорость света в физическом вакууме в «конце» процесса, а по сути в наше время определялась как $C_0 = 300\,000$ км/с. Данное обстоятельство не только позволяет объяснить наблюдаемые астрофизические явления, но и коренным образом пересмотреть картину мира, описывающую генезис Вселенной в целом.

В соответствии с данной гипотезой «межгалактическое красное смещение» представлялось не в виде последствия Большого взрыва Вселенной и связанного с ним «разбегания» галактик, а

как результат глобального физического процесса, происходящего в самом пространстве как целом объекте и приводящего к изменению свойств последнего. Изменение свойств пространства является причиной, которая приводит к смещению спектральных линий света, идущего от далёких галактик, в красную сторону спектра.

Это с одной стороны, а с другой – именно эти изменения свойств пространства могут быть отождествлены с понятием «время», которое в данном представлении являет собой «внутренний механизм» (причину и суть) внешних изменений всей Вселенной. Тот самый внутренний механизм эволюции живой и косной материи, или, как говорят, «заведённую пружину», которая обеспечивает энергией движения эволюцию всех форм материи. Изменения физических свойств пространства идут одновременно во всех его уголках (можно сказать синфазно); в этом смысле время, как и у Ньютона, абсолютно и существует и длится равномерно само по себе, безотносительно к каким-либо событиям в самом пространстве.

Издrevле с таким понятием времени связывали соглашение между людьми о том, что все наблюдаемые изменения в объективной реальности, отнесённые к какому-либо периодическому процессу, например, к годовому вращению Земли вокруг Солнца, следует понимать как «течение времени». По сути, в этой интерпретации время отождествлялось с памятью, то есть с информацией о том, что уже было. Это знание об окружающем мире сравнивалось с тем, что наблюдается сейчас, и все эти сведения привязывались к количеству циклов какого-либо строго периодического процесса. Это так называемое формальное определение времени.

Теперь же под временем предлагается понимать глобальный процесс изменения свойств электромагнитного эфира, а по сути – физического вакуума, из которого, по данным современной физической науки, состоит всё в нашем мире.

Эти изменения уже нельзя относить к какому-либо периодическому процессу, поскольку сами изменения свойств пространства и есть время. Именно они (изменения) определяют любой периодический процесс (например, излучение атомов и молекул или суточное вращение планеты), который был выбран за эталон времени.

Если допустить существование внешнего наблюдателя по отношению ко всей нашей Вселенной и в этом случае предположить, что изменения в физическом вакууме приостановятся хотя бы на мгновение, то на это же мгновение замрет (остановится) всё в природе. Движение галактик, звёзд и планет прекратится, как и не колыхнется ни одна молекула, ни один атом и ни один электрон атоме, поскольку время нашего мира остановится. И это будет так даже в том случае, если это мгновение для внешнего наблюдателя будет длиться вечность по его часам, поскольку других часов в описанной ситуации больше нет.

И если после этого мгновения изменения в физическом эфире возобновятся, то вся природа вновь придёт в движение и всё в ней пойдёт своим чередом, причём так, что будто бы этой остановки не было вовсе. И в «ожившей» Вселенной ничто не возникнет такого, что указывало бы на это «происшествие» – остановку на целую вечность.

Уточняя это новое понятие, можно указать, что планеты солнечной системы движутся по своим орбитам вокруг Солнца не потому, что существуют силы инерции и силы гравитации, а только потому, что именно происходящие изменения в этой глобальной среде (в эфире) вызывают указанные силы. Эти же изменения в физическом вакууме вращают электроны в атомах, движут все типы волн и т. п., то есть являются теми пондеромоторными силами самой природы, которые осуществляют движение всех форм материи.

Возникает вопрос, а выгодна ли замена гипотезы Большого взрыва Вселенной на некий также гипотетический процесс, который происходит с пространством Вселенной? С одной стороны – таинственная точка сингулярности, рождение Вселенной (из ничего) со всем её многообразием форм материи, расширяющемся пустым (математическим) пространством и декларируемым временем. А с другой стороны – вечно существующая материальная Вселенная со всеми её атрибутами, субстанциональными пространством и её «временем».

Первый вариант можно только описать и пытаться вообразить (представить), но он не позволяет экспериментировать. Здесь воз-

можно лишь наблюдение, поскольку это лишь описание явления (феноменология), одетое в математические «наряды». Тем более знание, полученное в таком виде, нельзя облечь в металл, то есть «запрячь» природу в техническую упряжку земной цивилизации.

Тогда как второй вариант позволяет предметно изучать представленный в нём материальный мир, а, главное – активно ставить опыты, что даёт возможность «трансформировать» знания о природе в различные виды техники (создавать изобретения) и тем самым заставить её служить человеку. Второй вариант явно предпочтительнее первого, здесь видны теоретические и экспериментальные перспективы.

Для возможности количественной оценки параметров красного смещения в рамках предлагаемой теории воспользуемся кинематическими соотношениями волнового процесса, распространяющегося в среде с изменяющимися параметрами – физическом вакууме. Иными словами, кратко обсудим новую модель космологического «красного смещения» на основе предположения о постепенной эволюции физического вакуума, который рассматривается как реальная материя, с зависящими от времени диэлектрической проницаемостью и магнитной восприимчивостью. Указанные электромагнитные характеристики физического вакуума детерминируют скорость волнового процесса в нём. Введём следующие обозначения: соотношение $L=nl$, определяет оптическое расстояние между источником и приёмником электромагнитных волн (света).

Где: l – геометрическое расстояние между источником и приёмником волн,

n – показатель преломления среды.

$n = c_o/c_n$, здесь c_n – скорость волн в среде в момент излучения, c_o – скорость волн в среде в момент приёма. Согласно теории, $c_o = 300\,000$ км/с.

Кинематика волновых процессов в среде с изменяющейся скоростью распространения волн определяется следующими соотношениями:

$$c_o = c_n + at \quad (120)$$

$$\text{и } l = c_n t + at^2/2 \quad (121),$$

где: t – время распространения волны от источника к приёмнику волн,

a – изменение скорости распространения волн в единицу времени (ближайший аналог – это обычное кинематическое ускорение).

Выразим показатель преломления среды через приведённые кинематические соотношения:

$$n = \frac{c_0}{c_n} = \frac{1}{1 - \frac{a}{c_0} t} \quad (122).$$

Для определения величины изменения частоты волнового процесса в кинематических обозначениях воспользуемся уравнением (119), подставив в него вышеприведённые кинематические соотношения:

$$f_{\text{мнх}} = f_0 \left(1 \pm \frac{1}{c} \frac{dn}{dt} \right) = f_0 \left(1 - \frac{at}{c_0} + 2 \frac{a^2 t^2}{c_0^2} \right) \cong f_0 \left(1 - \frac{at}{c_0} \right) \quad (123).$$

Из формулы (123) можно получить уже «стандартное» соотношение Z для относительной величины смещения полос спектра:

$$z = \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{at}{c_0} \quad (124).$$

Если опереться на инструментальные астрономические данные (z и l), измеренные у нескольких квазаров, то можно вычислить среднее значение a :

$$a = 6,9 \times 10^{-10} \text{ м/с}^2 \quad (125).$$

Это очень маленькая величина, согласно ей скорость света за один миллион лет увеличивается на 21,8 км/с.

Из предлагаемой новой модели космологического красного смещения, учитывающей взаимодействие света с физическим вакуумом как с реальной средой, следует, что свет распространяется в вакууме с изменением своей скорости, а это происходит только из-за постепенной эволюции вакуума (см. (125)). Иными словами, из-за предполагаемой эволюции физических свойств пространства, за огромное время нахождения света в пути от квазара до Земли изменяется его длина волны. Но это возможно обнаружить только при условии, что свойства эталонного источника света на Земле и свойства удаленного объекта света (квазара) за это время суще-

ственно не изменились (спектральные характеристики веществ остались прежними).

В описываемом явлении важно понять то, что изменения с электромагнитными волнами происходили во время движения света в вакууме, а не при излучении света или при измерении длины его волны приёмником волн. Электромагнитные волны были излучены в пространство при меньшей скорости их распространения в вакууме по сравнению со скоростью их движения, которая была при приёме волн. Таким образом, если принять за начало координатного времени время нашей эпохи, возникает красное смещение для света от квазара при его наблюдении на Земле.

Эта модель позволяет объяснить кроме природы красного смещения также и другие свойства реальности, например парадокс Ольберса, и отменяет какие-либо ограничения на величину сдвига в наблюдении спектральных линий (Z). Здесь нет «эффекта» хаббловского расстояния, ограничивающего «видимый горизонт» Вселенной, поскольку от источников света, находящихся на огромных расстояниях от Земли ($Z \gg 10$), свет будет полностью трансформироваться в радиодиапазон. Иными словами, с совершенствованием техники радиотелескопов, на горизонте астрофизиков при «проникновении» в глубины необъятной Вселенной будет открываться всё больше радиообъектов с одновременным уменьшением видимых источников света.

Механизм образования микроволнового фонового излучения Вселенной вытекает как следствие из данной гипотезы. В соответствии с ним фоновое излучение Вселенной образуется в результате поглощения пространством доли энергии света при его распространении через это пространство, и одновременно с этим процессом поглощения идёт процесс его переизлучения в виде «реликтового фона» Вселенной.

Действительно, если частота световой волны уменьшается при её движении через пространство за счёт изменения свойств самого пространства, то это уменьшение частоты связано с потерей части энергии самой волной, то есть её поглощением этим самым пространством. Потерянная доля энергии волны поглощается пространством (физическим вакуумом) только потому, что именно из-

менение состояния среды ведёт к изменению частоты волны, т.е. уменьшению её энергии.

Затем поглощённая энергия излучается физическим вакуумом (как черным телом в соответствующем энергетическом состоянии) в виде «реликтового излучения». Иными словами, поглощённая доля энергии суммарного света всех звезд Вселенной «разогревает» физический вакуум как материальное тело (субстанциональное пространство). Если ранее оно было холодным с температурой 0 градусов Кельвина, то в течение миллиардов лет горения звёзд они своим светом разогрели его до 2,7 градусов Кельвина.

Поскольку этот процесс диссипации энергии световых волн, уходящих от звёзд, идёт непрерывно в течение всего времени существования Вселенной, то мощность реликтового излучения постоянно растёт, поскольку космическое пространство является его естественным аккумулятором (напомним, что в гипотезе рассматривается вариант стационарной, а не расширяющейся, но эволюционирующей Вселенной).

Сейчас мощность реликтового излучения составляет примерно 400 – 500 фотонов на кубический сантиметр пространства, и она будет расти по мере горения звёзд. Тогда как по теории Большого взрыва средняя плотность фонового излучения со временем должна уменьшаться, поскольку суммарная величина энергии остаётся неизменной, а объём занимаемого им пространства увеличивается (Вселенная расширяется), при этом должна падать его температура.

В теории указаны также иные механизмы, как уменьшающие, так и увеличивающие мощность реликтового излучения. Однако это очень специфические случаи с достаточно малой вероятностью появления в естественных условиях, что не может привести к заметной величине снижения или повышения уровня фонового излучения. Повышение или понижение уровня мощности фонового излучения есть один из косвенных критериев, по которому можно сделать выбор истинности между теориями (предлагаемой или расширяющейся Вселенной).

Есть и иные критерии выбора одной из нескольких противоборствующих теорий, при этом несомненно то, что они должны

быть связаны с оценкой истинности отображения теориями реальных природы. Как правило, такие критерии выбора теории связаны с практикой, то есть с постоянным соответствием теории открываемым новым природным явлениям, с непротиворечивостью их толкования в рамках (границах) своего применения и непременным прогнозом новых физических эффектов. Одно из таких «испытаний» для противоборствующих теорий связано с недавно обнаруженным новым астрофизическим явлением – «расширением Вселенной с ускорением».

Поскольку по величине светимости объектов определяют расстояние до них, а по величине красного смещения линий в их спектрах – скорость удаления, то с позиции теории Большого взрыва Вселенной это означает, что скорость разбегания галактик увеличивается с расстоянием. Но этот факт остаётся без объяснения в её рамках. Он берётся как данность. Это является одним из основных недостатков любой феноменологической теории.

Вывод об ускорении расширения Вселенной базируется на обратно пропорциональной зависимости светимости стандартной свечи от куба расстояния до неё. И если в определение расстояния вносится систематическая ошибка, пропорциональная величине расстояния и занижающая его (величина вычисленного расстояния, поскольку прямых измерений расстояний здесь нет), то всегда будет получаться ускорение расширения Вселенной. Но если всё будет происходить в точности до наоборот, то есть расстояния будут завышаться, то будет получаться замедление расширения Вселенной.

В модели стационарной Вселенной, в основании которой лежит эффект В. Михельсона, скорость света со временем увеличивается, а эта особенность приводит к занижению расчетной величины расстояния, определяемой по методу стандартной свечи, в предположении, что скорость света является постоянной величиной во все времена существования Вселенной.

Действительно, важным аспектом этой теории является то, что скорость распространения электромагнитного процесса в пространстве увеличивается со временем. Любое изменение скорости во времени определяется ускорением. Из кинематических законо-

мерностей известно, что путь, пройденный телом под действием ускорения, значительно больше пути, проходимого телом с постоянной начальной скоростью. Это естественное объяснение возникшей ситуации, при которой нет необходимости в привлечении таинственной тёмной энергии, создающей силу, расталкивающую Вселенную с ускорением.

Именно сейчас астрофизики обсуждают проблему ускоренного расширения Вселенной, которая возникла при обнаружении новой зависимости между величиной красного смещения спектральных линий сверхновых звёзд и их светимостью. Интерпретация этого астрофизического явления и всех следствий, которые из неё вытекают, являет собой один из возможных критериев истинности противоборствующих теорий эволюции Вселенной.

Не только глобальные картины мироздания указывают на научную значимость экспериментального открытия нового физического явления, на его ценность также указывает хорошо видимая возможность (перспектива) прикладных сторон использования. По техническому значению оно равно изобретению лазерной техники. Действительно, индуцированное излучение как физическая основа лазеров и мазеров, позволяющая усиливать мощность фотополюков (с сохранением других его характеристик), теперь дополняется новым явлением – преобразованием частоты излучения. В области электромагнитных волн это может быть использовано, например для создания мощных излучателей ультракоротких электромагнитных волн гамма-частот боевых рентгеновских лазеров и цветного голографического лазерного телевидения, средств супергетеродинной радиосвязи и усиления сверхслабых радиосигналов, приборов ночного видения, новых способов медицинской интроскопии и множества других технических приложений [119, 120].

21. Принцип эквивалентности общей теории относительности и силы инерции

«Красной нитью» исследования, излагаемого в данной книге, проходит доказательство наличия материальных свойств у космического пространства или, что соответствует современной терми-

нологии, обоснование существования физического вакуума, а по «старому стилю» – электромагнитного эфира. Для положительного решения этой задачи нельзя обойти стороной общую теорию относительности (ОТО) А. Эйнштейна, поскольку эта теория в противовес специальной теории относительности, лишившей космическую пустоту каких бы то ни было материальных свойств, всё же наделила пространство одной материальной характеристикой – кривизной.

По этому поводу А. Эйнштейн писал: «Согласно общей теории относительности пространство немислимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но и не могли бы существовать масштабы и часы и не было бы никаких пространственно-временных расстояний в физическом смысле слова» [121].

А академик А. Мигдал, говоря о физических свойствах космической пустоты, выразился ещё определеннее: «Хороший пример переплетения старых и новых представлений дает история эфира. В XIX веке его наделяли сложнейшими противоречивыми свойствами для объяснения законов распространения света в пустоте и в движущихся телах. Теория относительности разрешила все противоречия эфира. Более того, исчезла необходимость в самом понятии эфира. Однако позже выяснилось, что пустота – “бывший эфир” – носитель не только электромагнитных волн; в ней происходят непрерывные колебания электромагнитного поля (“нулевые колебания”), рождаются и исчезают электроны и позитроны, протоны и антипротоны и вообще все элементарные частицы. Если сталкиваются, скажем, два протона, эти мерцающие (“виртуальные”) частицы могут сделаться реальными – из “пустоты” рождается сноп частиц.

Пустота оказалась очень сложным физическим объектом. По существу, физики вернулись к понятию “эфир”, но уже без противоречий. Старое понятие не было взято из архива – оно возникло заново в процессе развития науки. Новый эфир называют “вакуумом”, или “физической пустотой”. История эфира на этом не закончилась» [122].

Казалось бы, зачем «ломать копья», поскольку наука сама, по словам великих исследователей (которые были приведены выше),

вернулась к идее материальности пустоты. Ан нет, это не те слова и не те мысли, которые они отражают. Это фасад для «отвода глаз», за ним лежит другой эфир, и этот эфир математический, по-прежнему лишённый физических свойств, с которым, как и прежде, нельзя взаимодействовать! И даже думать об этом, поскольку в основании теории и статистических моделей квантовой физики, и элементарных частиц также лежит принцип относительности.

21.1. Экскурс в историю создания ОТО

По публикациям работ великого физика можно проследить все этапы становления общей теории относительности Эйнштейна. В 1911 г. им впервые была высказана «гипотеза о физической природе гравитационного поля», в которой универсальность гравитационной постоянной ещё только предполагалось каким-то образом использовать при создании новой теории тяготения.

Он пишет, что ещё со времён Галилея универсальность этой постоянной «... следует из того опытного факта, что все тела в таком поле ускоряются равномерно и одинаково сильно. Этот опытный факт об одинаковом ускорении падения всех падающих в гравитационном поле тел является одним из наиболее общих фактов, установленных нами из наблюдений; несмотря на это, закон этот не нашёл ещё отражения в основах нашей физической картины мира» [123].

Далее Эйнштейн заключает, что с его точки зрения универсальность постоянной тяготения позволяет заменить поле сил гравитационного притяжения тел на поле сил инерции. Действительно, силы инерции зависят только от величины ускорения тел и их массы. На них не влияют ни форма тела, ни температура, ни то, из какого вещества состоят тела. Иными словами, на любые объекты, помещённые в систему отсчёта, движущуюся с ускорением, будут действовать силы инерции, пропорциональные только их массам, то есть точно так, как если бы эти тела были бы помещены в однородное поле тяготения.

И далее он заключает: «Приняв это, мы получаем принцип, имеющий большое эвристическое значение, если он действитель-

но справедлив. В самом деле, с помощью теоретического изучения явлений, протекающих относительно ускоренной координатной системы, мы получаем представление о ходе явлений в однородном гравитационном поле» [123].

Действительно, на этом основании законы движения тел в полях тяготения непосредственно сводятся к законам движения тел в неинерционных системах отсчёта. А поскольку кинематика и динамика ускоренного движения тел достаточно хорошо изучены в классической механике, то это обстоятельство позволяет без каких-либо особых проблем, с помощью только одного математического формализма выявить дополнительные особенности известных закономерностей движения тел в полях тяготения.

Иными словам, к тем законам гравитации, которые были установлены ещё Ньютоном как результат обобщения огромного экспериментального материала наблюдений за движением планет, можно будет добавить нечто новое о тяготении, полученное в ходе математических операций над функциональными зависимостями движения тел.

То есть, как говаривал великий механик, «не измышляя никаких гипотез» о внутренних причинах гравитации, а надеясь только на математику, которая будто бы сама по себе «знает» всё о природе в целом. И с её помощью открыть не только новые явления, свойства и закономерности могучей силы, управляющей движением звёзд и галактик, но и пытаться проникнуть в тайну её физической сущности.

В 1912 г. Эйнштейн укрепляется в своём мнении, что выбранный им путь решения проблемы тяготения правильный. Он пишет: «По моему мнению, гипотеза о том, что “поле ускорения” является частным случаем гравитационного поля, по крайней мере настолько правдоподобна, особенно при учёте уже полученных в первой работе результатов относительно гравитационной массы энергии, что следует предпринять детальное исследование тех следствий, к которым приводит этот принцип эквивалентности» [124].

В 1913 г. Эйнштейн окончательно формулирует основные принципы, на которых должна строиться его теория тяготения. К ним он относит:

- «1. Выполнение законов сохранения импульса и энергии.
2. Равенство инертной и тяжёлой масс замкнутых систем.
3. Справедливость теории относительности (в более узком смысле), т.е. системы уравнений должны быть ковариантны относительно линейных ортогональных подстановок (обобщённые преобразования Лоренца).
4. Наблюдаемые законы природы не должны зависеть от абсолютных значений гравитационного потенциала (или гравитационных потенциалов)...» [125].

Всё казалось «безоблачным на небе» новой гипотезы, но многие исследователи стали указывать на то, что силы инерции непосредственно связаны с понятием абсолютного пространства Ньютона, которое он ввел, прежде всего для объяснения ускорений.

Равномерное прямолинейное движение, согласно ньютоновской механике, относительно. Движение инерциальных систем происходит только относительно друг друга. Ускорение же абсолютно. Неинерциальные системы, по Ньютону, движутся ускоренно относительно некоторой привилегированной системы отсчета — абсолютного пространства.

Возникла ситуация, состоящая в том, что привлекая принцип эквивалентности масс к созданию новой теории гравитации, Эйнштейн тем самым вступал в конфликт с созданной им специальной теорией относительности.

Действительно, эта теория принципиально отвергала идею существования выделенной системы отсчёта — абсолютное пространство. Законы движения тел в инерциальных системах отсчёта, согласно этой теории, одни и те же и описываются одними и теми же уравнениями, т.е. они должны быть ковариантными. Тогда как принцип эквивалентности масс основывался именно на существовании абсолютного пространства, поскольку ускорения абсолютны.

Возникла дилемма, выход из которой уже был подсказан Эрнстом Махом, австрийским физиком и философом. В своей «Механике» (1883) Э. Мах, отказавшись от ньютоновских абсолютных пространства, времени и движения, впервые предпринял попытку построить механику, исходя только из того, что движения тел

могут быть определены лишь по отношению к другим телам (тем самым сохранялся принцип относительности).

Иными словами, в пространстве, где нет никаких других тел, кроме пробного, последнее (пространство) лишено сил инерции, то есть тело неспособно сопротивляться изменению своего состояния движения под действием сторонней силы. По идее Маха, только массы всех тел Вселенной создают силы инерции и, как принято сейчас говорить, иницируют не что иное, как реакцию на стороннюю силу, действующую на тело со стороны «горизонта далёких звезд».

В своей работе 1914 г. «Формальные основы общей теории относительности» Эйнштейн апеллирует именно к Маху, утверждая, что «если ньютоновские законы механики и гравитации не допускают такой интерпретации, то это можно считать скорее недостатками этих теорий» [126].

Таким образом, была как бы спасена не столько специальная теория относительности, сколько сама идея принципа относительности, являвшаяся путеводной звездой на протяжении всей научной жизни великого релятивиста.

В последующие годы, вплоть до 1916 г., года окончательной редакции общей теории относительности, Эйнштейн в своих статьях расширяет, обосновывает и защищает от нападок четыре приведённых выше принципа её построения. Основным из них становится принцип относительности. «Законы физики должны быть составлены так, чтобы они были справедливы для произвольно движущихся координатных систем. Таким образом мы приходим к расширению постулата относительности», – пишет Эйнштейн. И далее он заключает: «Из этих соображений видно, что построение общей теории относительности должно одновременно привести и к теории тяготения, ибо гравитационное поле можно “создать” простым изменением координатной системы» [127].

Если вдуматься в смысл слов цитируемых выше положений, то начало первой цитаты о том, что «законы физики должны быть составлены так...», вызывает невольное ощущение навязывания физиком-теоретиком физических законов самой природе. Не выявление законов как последовательного результата исследований

свойств природы, а именно диктовка законов ей, поскольку законы должны быть именно такими, какими их вывел математик.

Превалирование в физике метода математического феноменализма в поиске нового знания над методом аналогий с его непременным атрибутом – гипотезой – есть проблема науки сегодняшних дней. И Эйнштейн как физик-теоретик не мог не сталкиваться с ней, но именно как физик-теоретик он считал, что если исходные положения теории верны, то математика не ошибается, выводя новые соотношения между физическими величинами с помощью своего формализма.

Отстаивая эту свою позицию он писал: «Из сказанного ясно, что теория относительности вовсе не является средством для вывода ещё неизвестных законов природы из ничего. Она даёт лишь универсально применимый критерий, ограничивающий число возможностей; в этом отношении её можно сравнить с законом сохранения энергии или со вторым началом термодинамики» [128]. Но согласитесь, что контекст этой цитаты точно такой же, как и в приведённых выше, поскольку именно математик и никто иной на основе своих принципов и постулатов с помощью математического аппарата выводит правильный закон и без сомнений приписывает его существование самой природе.

Как резюме экскурсу в историю создания общей теории относительности (ОТО) сделаем несколько замечаний в целом, как говорится, с высоты знаний, накопленных физикой наших дней.

Из тех 4-х положений, которые хотел реализовать Эйнштейн в своей теории тяготения, осталось только два. Первым рухнул, как ни странно, первый принцип – «выполнение законов сохранения импульса и энергии». Не сохраняются эти величины в теории тяготения.

Здесь нам уместно сослаться на работу Д. Гильберта, который, как и Э. Шредингер (оба – современники Эйнштейна), впервые обнаружил указанные общезначимые противоречия в теории гравитации Эйнштейна. Он писал: «...я утверждаю, ...что для общей теории относительности, т.е. в случае общей инвариантности гамильтоновой функции, уравнений энергии, которые... соответствуют уравнениям энергии в ортогонально-инвариантных теориях, вообще не существует...» [129].

А вот другой пример. Академик А. А. Логунов, спасая закон сохранения энергии в теории гравитации Эйнштейна, разработал свою, как он утверждает – физическую – теорию гравитационного поля. В широко известной монографии «Релятивистская теория гравитации» (М.: Наука, 1989), полностью посвященной именно этой проблеме, он пишет: «...в ОТО в принципе невозможны законы сохранения энергии-импульса и момента количества движения вещества и гравитационного поля, вместе взятые».

А поскольку закон сохранения энергии и импульса напрямую связаны с системой решения общековариантных уравнений гравитации, то вопрос о справедливости принципа относительности, т.е. когда системы уравнений должны быть ковариантны относительно линейных ортогональных подстановок, так и остаётся открытым. А это именно тот третий постулат, который был положенный в основание ОТО.

21.2. Принцип эквивалентности как таковой

В этом параграфе мы поведём разговор о втором постулате ОТО, с которого и началось само рождение теории тяготения Эйнштейна, то есть с «равенства инертной и тяжёлой масс замкнутых систем».

Здесь существует несколько проблем, которые достаточно сильно переплетены между собой, входя в понятие принципа эквивалентности, и которые до настоящего момента времени так ещё и не решены. Первая из них – это вопрос о независимости массы тела от величины напряженности гравитационного поля (или потенциала), в котором она расположена.

Действительно, никто теоретически не обосновывал, а тем более экспериментально не проверял (не доказал), что при изменении напряженности поля тяготения величина массы не меняется. Например, если напряженность поля тяготения, в котором расположено тело, увеличится в два раза, то возрастет ли точно в два раза сила гравитации, действующая на его массу? А что если это происходит совершенно другим образом, и здесь есть какая-то функциональная зависимость?

С другой стороны, не решена проблема независимости массы от величины ускорения. Здесь та же ситуация, аналогичная первой проблеме. Например, при увеличении в несколько раз силы, действующей на то же самое тело, возрастет ли во столько же раз величина его ускорения? Сохраняет ли масса в этом случае свой статус коэффициента пропорциональности во втором законе Ньютона? Или она всё же зависит от величины ускорения, как она зависит от величины скорости? И есть ли здесь аналогичный предел величины ускорения, когда эта зависимость становится заметной, как это обнаружено для скорости? Это положение также остаётся без обоснования и опытной проверки. И только после получения ответов на эти вопросы можно в какой-то степени обосновано подойти к решению проблемы истинности принципа эквивалентности масс.

Итак, перед нами принцип эквивалентности, как он понимается в современной физике, то есть как гипотеза о том, что поле сил гравитационного притяжения тел можно заменить на поле сил инерции, возникающих в неинерциальной системе отсчёта.

В общей теории относительности приведённая выше идея получила название «слабого» принципа эквивалентности инерционной и гравитационной масс. Напомним, что в парадигме современной физики она базируется на утверждении об универсальности гравитационной постоянной. То есть на положении, подтверждённом рядом специальных экспериментов, что поле тяготения совершенно одинаково действует на разные тела, сообщая им одинаковые ускорения, независимо от их массы, химического состава и других свойств.

Это с одной стороны, а с другой – имеется утверждение (которое, как ни странно, берётся априори), что одинаковые массы разных тел под действием одной и той же силы приобретают одинаковые ускорения. Это, видимо, происходит только потому, что во втором законе Ньютона никто не сомневался и не сомневается. Если великий механик записал, что масса есть не что иное, как постоянный коэффициент пропорциональности между силой и ускорением во всём возможном диапазоне сил, то никто не решался и решится высказать свои сомнения по этому поводу. Но с того момента времени, когда был открыт второй закон механики, «много

воды утекло», и величины сил, с которыми теперь работают физики, возросли на десятки порядков, так что, видимо, уже настало время поднять этот вопрос.

Точная формулировка «слабого» принципа эквивалентности гласит, что движение тел в поле тяготения и движение тел в отсутствии тяготения, но относительно ускоренной системы отсчёта, аналогичны. В рамках общей теории относительности указанная аналогия перерастает из положения об эквивалентности действия полей сил инерции и гравитации (в мысленных экспериментах с телом, которое помещено внутри ракеты) в утверждение об их прямой физической тождественности.

Результатом развития идеи тождественности полей становится утверждение, что не только механическое движение, но и вообще все физические процессы в истинном поле тяготения, с одной стороны, и в ускоренной системе в отсутствие поля тяготения, с другой, протекают по одинаковым законам. Это – так называемый «сильный» принцип эквивалентности общей теории относительности. Иными словами, данное утверждение означает, что в принципе нет никакой возможности каким-либо образом различать между собой эти два силовых поля.

21.3. Экспериментальная основа принципа эквивалентности

В настоящее время критерием оценки истинности принципа эквивалентности является эксперимент по определению отношения величин ускорения свободного падения двух разных масс, измеренных в поле тяжести Земли или Солнца [130, 131]. То есть не экспериментальная проверка утверждения о физической тождественности полей инерции и гравитации (гипотеза Эйнштейна), а опытная проверка универсальности гравитационной постоянной.

Известны программы с другими критериями оценки адекватности принципа эквивалентности реальным физическим свойствам природы, например по измерению прецессии релятивистского гироскопа, но которые, к сожалению, до настоящего момента времени так и не были реализованы [132]. Но и здесь вопрос не выходил за рамки универсальности гравитационной постоянной.

Повторимся: надо чётко осознавать то, что вопрос об одинаковости ускорения падения тел в одном и том же поле тяготения и вопрос о физической тождественности поля сил инерции полю гравитации – это две принципиально разные проблемы. Положительное решение первого вопроса позволяет утверждать только то, что гравитационная постоянная универсальна для всех тел. И не более того. Тогда как ответ на второй вопрос переводит свойство похожести движения тел в рассматриваемых полях в эквивалентность полей по всем их свойствам, в соответствии с их физической сущностью. Именно в прямом смысле понятия «эквивалентность» и следует понимать этот принцип, то есть когда силы инерции полностью приравнивают к силам гравитации, полагая их равнозначными друг другу и полностью заменяющими друг друга во всех физических процессах.

Заметим, что сами экспериментаторы, фактически уточняя универсальность гравитационной постоянной, тем не менее твердо заявляли о проверке якобы принципа эквивалентности, тем самым как бы незаметно для себя и других подменяя одно положение другим. В опытах, поставленных Бесселем, Этвешем, Зеemanом, Саузером (современников Эйнштейна), проверялась именно универсальность гравитационной постоянной, как и во всех последующих экспериментах, вплоть до наших дней.

Однако в последних опытах, выполненных в точности по аналогичной схеме предшествующих экспериментов, уже заявляется проверка принципа эквивалентности, что, видимо, считается вполне естественным после опубликования гипотезы Эйнштейна. Встречаем мы это, например, в обосновании и методике опытов 1959–1963 гг., выполненных Дике с сотрудниками, или в экспериментах 1971 г., осуществлённых группой Брагинского. В этих опытах фактически проверялась универсальность гравитационной постоянной для выбранной группы тел, состоящих из двух разных веществ.

Да и сам автор общей теории относительности не делал здесь различий, поскольку обсуждая результаты опыта Этвеша и ссылаясь в основном именно на него, отмечал, что, по его мнению, дальнейшее экспериментальное уточнение «слабого» принципа экви-

валентности более важно, нежели новые проверки совпадения с расчётами наблюдаемых вековых смещений перигелия Меркурия и отклонения лучей света в поле тяжести Солнца [133].

Принципиальная схема таких экспериментов (для конкретности рассмотрим два последних) состояла в следующем. На Земле был установлен очень чувствительный крутильный маятник, на концах коромысла которого были укреплены две массы, изготовленные из различных веществ. Выбор веществ, из которых были изготовлены массы, в самых первых экспериментах определялся максимальной разностью в величине плотности тел. Тогда как в двух последних экспериментах были взяты вещества из разных концов таблицы Менделеева.

Обоснование такого выбора заключалось в том, что у таких веществ сильно различается число протонов и нейтронов в ядре и, как следствие, у них различный дефект масс. К тому же у них различные скорости движения электронов на близких к ядру орбитах и, следовательно, различные релятивистские поправки к массе. А поскольку физики уже знали, что все вещества состоят из разного количества одних и тех же элементарных частиц, то плотность вещества здесь была уже ни при чём, так как в свойстве аддитивности масс, начиная с Галилея, никто не сомневался. Таким образом, в этих опытах проверке подвергалось релятивистское соотношение между массой и энергией. В опытах Дике были выбраны алюминий и золото, а у Брагинского — алюминий и платина.

Экспериментаторы утверждали, что если ускорения падения на Солнце у этих двух масс разные, то крутильный маятник немного развернётся. При этом из-за вращения Земли вокруг своей оси, через 12 часов, когда массы поменяются местами, предполагаемая разница в ускорениях развернёт маятник в противоположную сторону на ту же самую величину.

Период вращательных колебаний маятника должен составлять 24 часа, а максимальные отклонения предполагалось наблюдать в полдень и в полночь. Эксперименты показали, что колебаний не было, результат был нулевой. Из этого факта делалось заключение, что не только сравниваемые вещества, но и все без исключения тела падают на солнце с одним и тем же ускорением. Причём

точность сделанного вывода равнялась чувствительности экспериментальной установки. В опытах Брагинского относительная разница отношения ускорений для платины и алюминия была не больше $1 \cdot 10^{-12}$. Это фантастическая по точности цифра.

Следует отметить, что даже в такой, казалось бы простой, методике и принципиальной схеме эксперимента, где всё прозрачно и обоснованно до мелочей, при их анализе всё же возникает множество вопросов, которые сами экспериментаторы в своих методиках, отчётах и трактовках обошли вниманием.

Вопросы не возникали бы, если бы в опытах нить подвеса маятника располагалась перпендикулярно к направлению на Солнце. А фактически она находилась под углом к нему, поскольку у установок нить была строго перпендикулярна поверхности Земли, ось вращения которой наклонена к плоскости эклиптики, а сами установки были расположены на определённой широте земного шара.

Как такое взаимное расположение объектов опыта могло влиять на экспериментальное устройство и его чувствительность, авторы эксперимента не поясняют. К тому же этот угол постоянно изменялся в течение суток. А именно это обстоятельство в теоретическом плане анализа методики опыта должно было бы приводить к разложению предполагаемого момента сил на составляющие, одна из которых, лежащая в плоскости нити, должна была отклонять её от вертикали. Анализа этого фактора в отчётах нет.

Но здесь важнее даже не это, а другое обстоятельство. Так, даже если бы указанная перпендикулярность строго соблюдалась, то крутильный маятник все равно бы не вращался, поскольку момент сил, который должен был бы разворачивать маятник, экспериментаторами был уже заранее уравновешен (скомпенсирован) в процессе изготовления и ввода устройства в работу.

Действительно, в самом начале эксперимента (по данным отчётов) нить маятника не была закручена, то есть маятник не находился под действием какого-либо внешнего момента сил и мог совершать свободные колебания в ту или другую сторону относительно своего «нулевого» положения. О периоде свободных колебаний маятника и о точном его значении, подтверждённом ходом специальных проверок для всех перечисленных выше установок, говорят сами экспериментаторы.

А это означает, что если в самый начальный момент опыта нить маятника была свободна, то есть она не была закручена предполагаемым моментом сил, то это положение будет сохраняться постоянно в течение всего 24-часового вращения планеты вокруг своей оси, поскольку момент сил уже был уравновешен в конструкции прибора. Иными словами, даже если бы сравниваемые массы падали на Солнце с разными ускорениями (то есть предполагается, что гравитационная постоянная не обладает свойством универсальности), то специальный разворот такого устройства в целом вокруг нити маятника или перенесение его в гравитационное поле другой напряженности не привели бы к возникновению ещё одного дополнительного некомпенсированного момента сил (способного развернуть маятник) вдобавок к тому, который был уже уравновешен экспериментаторами.

Эту тонкость обстоятельств эксперимента постановщики опытов по проверке принципа «эквивалентности» просто не заметили. А она свела на нет все их старания и сделала такие опыты бессмысленными. Следовательно, реального экспериментального подтверждения гипотезы Эйнштейна просто нет.

Заметим, что с учётом сделанного нами замечания постановка подобного рода опытов сопряжена с громадными методическими трудностями. Действительно, для получения положительного результата компенсировать момент нельзя. Но компенсировать надо, поскольку неизвестно его происхождение (любая незамеченная ошибка в изготовлении устройства может привести к закручиванию нити). А если скомпенсируешь, то тогда точно ничего не измеришь, поскольку всегда будет нулевой результат. Вот такая дилемма.

Остаётся лишь надежда или на градиент сил, который возникает на длине плеча маятника, или на какой-либо иной эффект, приводящий к асимметрии маятника при его вращении в гравитационном поле Солнца. Описанные выше опыты не решили поставленной перед ними задачи. Только при личной необходимости решения подобных экспериментальных задач становится осязаемой гениальность экспериментального творчества авторов безупречно выполненных опытов.

21.4. Новый критерий оценки истинности принципа эквивалентности

Нами же предлагается новый критерий оценки истинности принципа эквивалентности, с помощью которого, как нам кажется, все же можно будет расставить все точки над «и» не только в вопросе о тождественности сравниваемых полей, но и в проблеме универсальности гравитационной постоянной. Суть критерия состоит в сравнении максимальной удельной энергетической мощности поля сил инерции и поля сил гравитации, генерируемых одной и той же массой.

Действительно, рассматриваемые поля являются силовыми, а поэтому могут совершать работу, изменяя состояние движения тел. Под удельной мощностью понимается работа, совершаемая полями в единицу времени по изменению скоростей движения тел единичной массы. Поскольку понятие тождественности означает полное совпадение всех характеристик сравниваемых полей, то, следовательно, должно наблюдаться равенство и их удельных мощностей. В принципе, в соответствии с сутью нового критерия, должны сравниваться максимальные значения указанной характеристики силового поля, поскольку в наблюдаемых физических процессах рассматриваемые поля зачастую работают не на пределе своих возможностей.

В качестве примера можно рассчитать удельную мощность поля сил инерции, которая реализуется в процессе столкновения протонов встречных пучков Большого адронного коллайдера. При этом очевидно, что эта мощность не является максимальной, поскольку в природе есть аналогичные явления, протекающие с большей интенсивностью преобразования кинетической энергии элементарных частиц при работе их сил инерции.

Например, такой случай может реализоваться при столкновении протонов космических лучей с атомами земной атмосферы. Действительно, кинетическая энергия протонов коллайдера ограничена величиной 450×10^9 эв, тогда как в энергетическом спектре космических лучей присутствуют протоны с кинетической энергией 10^{20} эв.

Для определения величины мощности необходимо знать время совершения работы, то есть время преобразования кинетической энергии столкновения частиц в другие виды энергии. Величину времени взаимодействия сталкивающихся протонов и полную энергию акта столкновения проще всего вычислить для коллайдера, поскольку при этом меньше всего делается допущений, требующих своего обоснования.

Действительно, в первом приближении процесс столкновения протонов в коллайдере можно представить как неупругий лобовой удар двух шаров, летящих навстречу друг к другу со скоростью, близкой к скорости света. Такое допущение вполне возможно, поскольку из ядерной физики хорошо известен факт, что работа электрических сил отталкивания одноимённых зарядов (протонов) по перемещению из бесконечности в точку пространства, где силы электрического отталкивания уступают ядерным силам притяжения, равна примерно 0,1 Мэв. На фоне кинетической энергии протонов коллайдера в 450 Гэв потеря ими энергии в 0,1 Мэв, связанная с преодолением электрического поля, не может существенно повлиять на результаты вычислений.

В этом случае вся кинетическая энергия двух шаров будет потрачена на их «деформацию», конечным «продуктом» которой будет энергия образования и движения разлетающихся «осколков». Очевидно, что время действия сил инерции определится как частное от деления диаметра шара на его скорость:

$$t = d/v \quad (126).$$

Если за диаметр шара d принять среднеквадратичный диаметр протона (который в ядерной физике принят равным 1,6 Ферми, или $1,6 \cdot 10^{-15}$ м), а за скорость v шара взять скорость движения протона в Большим адронном коллайдере, которая близка к скорости света (для упрощения расчётов мы берём её равной скорости света, т.е. $v = 3 \cdot 10^8$ м/с, что незначительно может отразиться на результате вычислений), то время действия сил инерции в процессе столкновения будет равно

$$t = d/v = 1,6 \cdot 10^{-15} / 3 \cdot 10^8 = 0,53 \cdot 10^{-23} \text{ с} \quad (127).$$

Несложный расчёт показывает, что при энергии каждого протона, равной $A=450$ Гэв, или $7,2 \cdot 10^{-8}$ дж., при столкновении силы

инерции разовьют мощность:

$$W_i = 2At = 2 \cdot 7,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,53 \cdot 10^{-23} = 2,7 \cdot 10^{16} \text{ Вт} \quad (128).$$

При расчёте удельной мощности гравитационного поля, ускоряющего, как и в первом случае, протоны (для большей наглядности и облегчения процесса сравнения условия вычисления мощности сил гравитационного поля должны быть сопоставимы с условиями вычисления мощности сил инерции), можно рассмотреть поле тяготения такого экзотического объекта Вселенной, каким является «черная дыра». Вблизи своего гравитационного радиуса она обладает самым сильным полем тяготения из всех известных космических претендентов на этот титул. Именно в этом месте гравитационного поля «чёрной дыры» работа сил тяготения по перемещению тел, отнесённая к единице длины пути их движения, превосходит аналогичную работу этих же самых сил, выполненную ими в любом другом месте поля.

А поэтому, видимо, именно здесь имеет место случай с максимальным значением удельной мощности этого поля. К тому же данный астрономический объект более всего подходит для сравнения мощностей рассматриваемых полей, поскольку именно здесь протоны движутся также со скоростями, близкими к скорости света. Поэтому мы вправе время ускорения протонов в поле тяготения черной дыры (в области её гравитационного радиуса) взять равным времени действия сил инерции, возникающих при столкновении протонов в Большом адронном коллайдере. Иными словами, работу сил гравитационного поля можно будет вычислить по разности потенциалов поля, между точками, лежащими на его радиус-векторе, находящимися на расстоянии, равном диаметру протона, по формуле:

$$A = \frac{\gamma M m}{r^2} d = 8,86 \cdot 10^{-30} \text{ Дж.} \quad (129),$$

где: гравитационная постоянная $\gamma = 6 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$,

масса Солнца $M = 19,89 \cdot 10^{29} \text{ кг}$,

гравитационный радиус Солнца $r = 6 \cdot 10^3 \text{ м}$,

масса протона $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$,

диаметр протона $d = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ м}$.

Таким образом, для черной дыры с массой Солнца мощность

гравитационного поля в районе её гравитационного радиуса, то есть отношение работы поля, связанной с ускорением протона, ко времени действия ускорения, равного $0,53 \cdot 10^{-23}$ с (напомним, что это время равно времени действия сил инерции в Большом адронном коллайдере), будет равна:

$$W_g = 2A/t = 2 \cdot 8,86 \cdot 10^{-30} / 0,53 \cdot 10^{-23} = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ вт} \quad (130).$$

Следовательно, отношение удельной мощности поля сил инерции к удельной мощности сил гравитационного поля будет равно:

$$W_i/W_g = 2,7 \cdot 10^{16} / 1,67 \cdot 10^{-6} \approx 1,6 \cdot 10^{22} \quad (131).$$

Полученная огромная величина отношения мощностей указывает на то, что ни о какой тождественности этих полей не может быть и речи. Даже если мы ошиблись в допущениях при вычислении мощности сравниваемых полей на порядки (что тут мелочиться), то цифра с двадцатью двумя нулями говорит сама за себя. То есть силы инерции и силы гравитации по своей физической сути разнятся не только по тем явлениям, в которых они участвуют в роли главных атрибутов физического процесса (гравитация и динамика движения тел в пространстве), но и по их энергетике.

Причём максимальная энергетическая мощность гравитационных полей лежит в самом начале диапазона возможных мощностей сил инерции. А поскольку диапазоны мощностей сил не совпадают, следовательно, утверждение об их эквивалентности лишено всякого смысла.

Иными словами, если (на основании предположения истинности «слабого» принципа эквивалентности) попытаться представить астрономический объект с напряженностью поля тяготения, которое было бы эквивалентно полю сил инерции неинерциальной системы отсчета, движущейся с величиной ускорения сталкивающихся протонов Большого адронного коллайдера, то его не сможет вообразить даже самый ярый сторонник общей теории относительности, обладающий самым незаурядным раскрепощённым воображением.

21.5. Наша гипотеза

Огромная величина отношения мощностей (и как следствие её логического развития) приводит к гипотезе, позволяющей указать пути подхода к решению важнейших проблем физики, связанных с понятиями массы тела и субстанциональностью пространства.

Напомним, что было общепринято полагать, что поскольку тело и его масса могут инициировать как силы инерции, так и силы тяготения, в которых сама масса является главной характеристикой этих, существенно разных, физических процессов, то между величинами сил должна соблюдаться определённая пропорциональность. Такое утверждение соответствует физической логике. Причём пропорциональность должна наблюдаться именно в случае, когда тело одновременно участвует в обоих процессах, то есть находится под одновременным действием этих сил. До настоящего момента времени полагалось, что это именно так и есть, поскольку диапазоны возможных значений сил инерции и тяготения пропорциональны друг другу. Но в связи с изложенным выше, это теперь представляет собой особый и очень частный случай.

Отметим одну из особенностей огромной величины полученного отношения мощностей, которая прямо указывает на то, что инерционная характеристика массы тела является определяющей в сравнении с гравитационной. Именно инерционная масса содержит в себе все свойства и особенности физического понятия «массы» тела. Иными словами, тот же самый внутренний механизм понятия «массы тела» обеспечивает образование и сил инерции, и сил тяготения, поскольку диапазоны возможных значений сил инерции и тяготения не пропорциональны друг другу. Причём диапазон возможных значений сил тяготения занимает незначительное место, находясь в самом начале диапазона сил инерции.

Это же обстоятельство логически следует и из другого факта. Силы инерции возникают как в пространстве, в котором нет никаких иных силовых полей (гравитационных, электрических, магнитных и т. д.), так и работают в нём совместно с другими силовыми полями. Тогда как силы тяготения действуют на массу тела только при наличии гравитационного поля.

К тому же следует учесть, что силы инерции обеспечиваются кинетической энергией тела, которая сосредоточена в самом теле, а именно в объеме пространства, занимаемом его массой. Обратно говоря – без кинетической энергии нет и силы инерции. В пространстве, окружающем движущееся тело, этой энергии нет. Только поэтому ещё со времён Ньютона полагали, что «механизм» образования сил инерции обеспечивается массой тела и проявляет себя во взаимодействии с субстанциональным пространством, поскольку ускорения абсолютны.

Второй закон Ньютона – это закон взаимодействия тела именно с таким субстанциональным пространством, где массе отведена роль константы взаимодействия. В абсолютно пустом пространстве, лишённом каких-либо физических свойств, нет оснований для возникновения сил инерции, то есть, не взаимодействуя ни с чем, тело не может «сопротивляться» действию сторонней силы, изменяющей его состояние движения в этом пространстве, проявляющем себя в виде ускорения.

Тогда как гравитационное поле распределено в пространстве, в котором расположено инициирующее его тело, и в этом смысле само пространство обладает некоторым количеством энергии. Именно поэтому оно способно в тех местах, где находятся другие тела, образовывать силы, действующие на них – силы тяготения. И в этом случае (как всегда) без энергии поля нет силы.

Огромная величина отношения удельных мощностей сравнимых полей указывает на то, что гравитационные силы – это не что иное, как процесс взаимодействия инерционной массы (в нашем случае просто массы) с пространством, которое несколько изменено гравитирующей массой, поскольку сам механизм взаимодействия инерционной массы с таким пространством остаётся прежним. Иными словами, поле тяготения – это не обособленный объект природы или особая субстанция, размещённая в пространстве, а одно из возможных состояний самого пространства (в этом положении усматривается прямая аналогия с общей теорией относительности).

Из сделанного предположения (гипотезы) вытекают следующие выводы. Поскольку взаимодействие тела с пространством обеспе-

чивается только инерционной массой, то ускорение свободного падения разных масс (состоящих из несхожих веществ) в гравитационном поле другого тела (в местах одинаковой напряженности поля) будет одним и тем же (универсальность гравитационной постоянной). Это обстоятельство объясняется единственным инерционным «механизмом» взаимодействия тела с пространством и хорошо иллюстрируется следующей аналогией, проведенной между гипотезой и рассуждениями Г. Галилея. Галилей предполагал, что два одинаковых кирпича, синхронно сброшенных с башни, одновременно коснутся земли в тот же самый момент времени, что и два других кирпича, точно таких же, но соединённых вместе верёвкой или склеенных друг с другом (т. е. представляющих одно тело удвоенной массы).

Более того, но на несколько ином основании, можно утверждать, что в полях тяготения разной напряженности одна и та же масса тела, находящаяся в одном и том же состоянии движения, под воздействием одной и той же сторонней силы будет испытывать практически одинаковые ускорения, хотя будет двигаться в пространстве с разными свойствами. Это обстоятельство объясняется незначительной мощностью гравитационных сил по сравнению с мощностью сил инерции.

Утверждение, обратное приведённому выше, уже не столь очевидно. Оно говорит, что при разных величинах скоростей и ускорений, возникающих под действием сторонних сил (не гравитационных), одно и то же тело (масса), помещённое в поле тяготения одной и той же напряженности, уже не будет подвергаться одной и той же гравитационной силе. Здесь уместно вспомнить о забытых экспериментах Этвеша, который сделал свою установку подвижной. В этих опытах он показал, что тело, движущееся в направлении с запада на восток (скорость его движения складывается со скоростью вращения Земли), весит немного меньше, чем тело, движущееся в противоположном направлении (эффект Этвеша) [134].

Это связано с тем, что отношения диапазонов мощностей сил гравитации и инерции (как и действующих величин самих сил) разнятся на десятки порядков, а поэтому это доминирование сил инерции должно накладывать свой отпечаток на действие сил гра-

витации, образуя функциональную зависимость сил тяготения от величины скорости и ускорения тела. Иными словами мы можем говорить о функциональной зависимости отношения гравитационного заряда тела к его массе от скорости и ускорения движения тела, то есть:

$$\frac{q}{m} = f(v, a) \quad (132),$$

где: q – гравитационный заряд тела,

m – масса тела,

v и a – скорость и ускорение тела.

Тогда как (повторимся) существующая парадигма принципа эквивалентности содержит в себе противоположное утверждение, что весь диапазон сил поля инерции соответствует всему диапазону сил поля тяготения, а коэффициент пропорциональности между гравитационной и инерционной массами является константой (равен единице). То есть он (коэффициент пропорциональности) не является функцией величины напряженности поля тяготения, а тем более сил инерции.

Сделанное предположение позволяет утверждать, что, например, вращение тел в поле тяготения будет приводить к эффекту «увеличения» их массы за счёт изменения величины коэффициента пропорциональности между силами инерции и гравитации, одновременно действующих на одну и ту же массу (релятивистские гироскопы). Аналогичный эффект будет происходить и при поступательном движении одного и того же тела в поле тяготения, движущегося с разными скоростями или изменяющего свою скорость под действием сторонних сил.

Подобное утверждение можно сделать и относительно других силовых полей – электрического и магнитного. Действительно, силы инерции по своей интенсивности воздействия на материю и при тех же пространственно-временных масштабах ($\sim 10^{-13}$ см, $\sim 10^{-23}$ с), с которыми обычно имеют дело в атомных ядрах, по величине сопоставимы с силами сильного взаимодействия нуклонов в ядрах атомов и, вероятнее всего, значительно превосходят последние, а тем более силы, возникающие в электрических и магнитных по-

лях. Только из-за этого явного превосходства сил инерции над другими силами и был построен Большой адронный коллайдер.

Следовательно, если предположить, что механизм их действия на заряженные тела аналогичен механизму образования сил тяготения, то в этих полях должны наблюдаться подобные эффекты. То есть с ростом величины скоростей и ускорений, которые действуют на заряженные частицы, движущиеся в этих полях, отношение заряда частицы к её массе будет изменяться за счёт изменения коэффициента пропорциональности между силами инерции и электрическими и магнитными силами.

Следствием этого утверждения являются опыты по изучению движения заряженных частиц в магнитных и электрических полях, которые показали увеличение их массы с ростом скорости движения. Иными словами, эти опыты показали изменение коэффициента пропорциональности между силами инерции и электрическими и магнитными силами.

Общепринятое объяснение данного явления связано с релятивистским эффектом специальной теории относительности. Однако следует обратить внимание на то, что в экспериментальных установках, с помощью которых был открыт этот эффект, движение частиц в них происходило в магнитных полях одной и той же напряжённости. Но если при одной и той же скорости движения заряженных частиц изменять напряжённость магнитного (электрического) поля, отклоняющего частицу, то это обстоятельство будет приводить к существенному изменению величины центростремительных ускорений (и времени их действия на частицу) и, как следствие, приведёт к изменению траектории движения. И если расчёты движения частиц по новой траектории покажут иное отношение заряда частицы к её массе, то это подтвердит правоту предложенной гипотезы.

Не вызывает сомнений, что будут разработаны методики постановки экспериментов, которые позволят сделать выбор между факторами, влияющими на степень отклонения частиц в силовых полях. То есть с целью получения четкого доказательства того, с чем конкретно это связано: или с релятивистским увеличением массы частицы, или с изменением величины коэффициента про-

порциональности между зарядом и массой, зависящим от ускорения тела. Если факт изменения величины пропорциональности сил будет экспериментально подтверждён, то это обстоятельство станет неоспоримым доказательством реальности существования субстанционального пространства.

К сожалению, авторы не смогли найти литературных источников с результатами специальных исследований по этой проблеме. Публикуемые в печати работы о том, что вес гироскопа зависит от того, вращается он или неподвижен, хотя и прямо касаются поднятой выше тематике, но качественно не решают проблему, поскольку авторы и исполнители экспериментов решали совершенно иные физические проблемы. В связи с чем поднятые нами вопросы в них не нашли прямого отражения.

Особо отметим тот факт, что возникновение сил инерции изначально (со времён Ньютона) объясняли результатом взаимодействия массы тела с абсолютным пространством (ускорения абсолютны). В современной физике, в связи с созданием специальной теории относительности, от идеи субстанционального пространства отказались.

Однако уже известны несколько абсолютных систем отсчёта, реанимирующих эту старую идею. Их связывают с такими материальными телами Вселенной, как, например, межгалактическое реликтовое излучение (так называемый новый электромагнитный эфир) или гравитационные поля звёзд, образующие метрику мирового пространства, каждой точке которой приписывается строго определенная физическая величина – кривизна пространства. И более того, всё тот же пресловутый «горизонт далеких звезд» Маха фактически выделяет в каждой точке пространства одну «покоящуюся» (в среднем относительно этой далекой материи) систему координат.

Поэтому в рамках этой работы будет естественным высказать ещё одну новую идею, доказывающую субстанциональность пространства. Она основана на общих свойствах симметрии (по аналогии с классической термодинамикой) и позволяет утверждать, что суммарный импульс движения всех материальных тел Вселенной в системе отсчёта абсолютного пространства должен быть равен нулю. При этом суммарный импульс тех же самых объектов,

подсчитанный в системе отсчёта, связанной с каким-то одним из этих тел, будет точно равен импульсу этого тела в системе абсолютного пространства.

Иными словами, подсчитывая импульс достаточно большого количества космических объектов, наблюдаемых с поверхности нашей планеты, можно с точностью эксперимента вычислить абсолютную скорость её движения. В случае успеха реализации этой идеи будет получено ещё одно доказательство реальности существования субстанционального пространства.

Уверенность в истинности его существования значительно возрастает, если учитывать, что в классической механике закон сохранения импульса обычно выводится из законов механики Ньютона как их следствие. При этом напомним, что сами законы Ньютона отражают собой механизм взаимодействия материальных тел с абсолютным пространством, что не противоречит их статусу законов движения тел в инерциальных замкнутых системах отсчёта.

Как резюме всему вышесказанному констатируем, что в представленной парадигме взглядов на проблему соотношения материальных тел с пространством, а также массы тела и сил инерции, предложенный энергетический подход совершенно по-иному расставляет акценты в ранге всех известных силовых взаимодействий и их значимости в описании физической картины мира. Силы инерции и обеспечивающая их масса тела выдвигаются на её передний план, где под массой тела подразумевается только её инертная характеристика. И как следствие реальность существования сил инерции требует наличия реальности субстанционального пространства, что сопряжено со всеми тяжёлыми последствиями для современной парадигмы физического знания, основанного на идеях релятивизма.

22. Литература

1. *Капица С.П.* Феноменологическая теория роста населения Земли. Успехи физ. наук, 1996, т. 166, N 1, стр. 63–80.
2. Математика в современном мире. Сборник. М.: Мысль, 1967, стр. 112.
3. *Колмогоров А. Н.* Современные споры о природе математики. Науч. слово, 1929, № 6.
4. *Молодший В. Н.* Очерки по философским вопросам математики. М.: Просвещение, 1969.
5. *Ахутин А. В.* История принципов физического эксперимента (от античности до 17 века). М.: Наука, 1976.
6. *Милль. Дж. Ст.* Система логики силлогистической и индуктивной. М., 1914, стр. 583.
7. *Милль. Дж. Ст.* Система логики силлогистической и индуктивной. М., 1914, стр. 561.
8. *Бурбаки Н.* Очерки по истории математики. М.: Наука, 1963, стр. 258.
9. Труды математического института им. В. А. Стеклова. Т. 67. М., 1962, стр. 284–298.
10. *Bridgeman.* The Natur of Physical Theori. Princeton, 1936.
11. *Успенский В. А.* Апология математики. Торгово-издательский дом «Амфора», 2009.
12. *Боголюбов А. Н.* Математики. Механики. Биографический справочник. Киев: Наукова думка, 1983.
13. *Гордон Дж. Э.* Конструкции, или Почему не ломаются вещи. Пер. с англ. В. Д. Эфроса под редакцией С. Т. Милейко. М.: Мир, 1980.
14. *Рябов Ю.А.* Движение небесных тел. М. 1977, стр.15.
15. *Галилей. Г.* Математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению. М.–Л.: ГИТТЛ, 1934.
16. *Эйнштейн. А.* Собрание научных трудов. М., 1965, том 1, стр. 7.
17. В сб. «Эфирный ветер» (под ред. В.А. Ацюковского) М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 289.

18. Эдингтон А. С. Теория относительности. М.–Л.: ОНТИ, 1934, стр. 38.
19. Лорентц Г. Ч. Теория электронов. М.–Л.: Гостехиздат, 1953, стр. 261.
20. Сагҗаһан С. W. Proc. IRE 49, 1576 (1961).
21. Cedarholm J.P., Townes C.H. A new experimental test of special relativity // Nature, 1959, 184. № 4696, p. 1350-1351.
22. Страховский Г. М., Успенский А. В. Экспериментальная проверка теории относительности. УФН, 6, 3 (1965).
23. Басов Н.Г., Крохин О.Н., Ораевский А.Н. и др. О возможности исследования релятивистских эффектов с помощью молекулярных и атомных стандартов частоты. УФН, т.75, вып. 1, 1961.
24. Michelson A.A., Morley E.W. On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether // The American Journal of Science. Third Series. 1887. 34. P. 333-345.
25. Miller D.C. Significance of the ether-drift experiments of 1925 at Mount Wilson // Science. 1926. 63. P. 433-443.
26. Conference on Michelson-Morley experiment // The Astrophys. J. 1928. 68. 5. 341 p.
27. Глушко Вл. П., Глушко Вл. Вл., Глушко Вит. Вл. Несостоятельность специальной теории относительности Эйнштейна. Известия НАН РК, № 2, 2007, стр. 7–15.
28. Маринов С. Оптические измерения абсолютной скорости земли. Физическая мысль России. 1, 1995.
29. Горелик Г. С. Колебания и волны. Физматлит, 1959. 145.
30. Пуанкаре. А. Измерение времени. “Revue de Metaphysique et de Morale”, 1898, t. 6, p. 1...13. Пер. с франц. В сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
31. Глушко Вл. П., Глушко Вл. Вл., Глушко Вит. Вл. Несостоятельность специальной теории относительности Эйнштейна. Известия НАН РК. № 2. 2007. Стр. 7–15.
32. Эйнштейн А. Собрание трудов, М. 1965. Т.1, стр.185.
33. Эйнштейн А. Собрание трудов, М. 1965. Т.1, стр. 618–620.
34. Langevin P. Scientia, 10, 1911, 31.
35. Эйнштейн А. Собрание трудов, М. 1965. Т.1, стр. 616–626.
36. Капица П.Л. Эксперимент. Теория. Практика. М. Наука. 1977. Стр. 289.

37. См. журнал. «Молодая гвардия», № 8/95.
38. *Эйнштейн А.* Собрание трудов, М. 1965. Т.1, стр. 620.
39. *Эйнштейн А.* Собрание трудов, М. 1965. Т.1, стр. 9.
40. *Эйнштейн А.* Собрание трудов, М. 1965. Т.1, стр. 12 – 13.
41. *Вавилов. С. И.* Полное собрание сочинений. Том 4. М. 1956. Стр. 40.
42. *Болотовский Б. М.* Оливер Хевисайд. М.: Наука, 1985, стр. 43–44.
43. Принцип относительности. Сб. работ классиков релятивизма (Г. А. Лоренц, А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, Г. Минковский). Под ред. В. К. Фредерикса, Д. Д. Иваненко. Л., ОНТИ, 1935, стр. 76.
44. *Lorentz H. A.* The theory of electrons. Leipzig. Teubner. 1916. См. перев. с англ. под ред. Т. П. Кравца. *Г. А. Лоренц.* Теория электронов. Изд. 2. М. Гостехиздат, 1956.
45. *Окунь. Л. Б.* Понятие массы. УФН. Июль 1989 г. Том 158, вып. 3, стр. 522.
46. *Kaufmann. W.* Nachr. Ges. Wiss. Gottingen. 1901. S.143.
47. *Ковнер. М.А.* Электронная теория и теория относительности. Изд. Саратовского у-та. 1967, стр.11–13.
48. *Страховский Г.М., Успенский А.В.* Экспериментальная проверка теории относительности. УФН. 1965 г. Июль. Том 86, вып. 3, стр. 421–432.
49. *Лоренц Х. А.* Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения. М.: ГИТТЛ, 1953, стр. 115.
50. *Лоренц Х. А.* Теории и модели эфира. М.–Л., 1936, стр. 31.
51. *Torr D. G., Kolen P.* An experiment to mesure relative variations in the one-way velocity of light / US Dep. Commer. Nat. Bur. Stand. Spec. Publ. 1984. N 617.
52. *Холтон. Д.* Эйнштейн и «решающий» эксперимент. УФН. 1971. Июнь. Том 104, вып.2, стр. 301–305.
53. *Шэнкленд. Р.* Беседы с Альбертом Эйнштейном. УФН. Том 87. Вып.4. Декабрь 1965 г. Стр. 720.
54. *Michelson A.* Sur le mouvement relatif de la Terre et de lether. C. r., 1882, 94, p. 520–523.
55. *Максвелл Д. К.* Речи и статьи. Перевод под редакцией В.Ф. Миткевича. Государственное издательство технико-теоретической литературы, М.–Л.:1940, стр. 222–223.

56. Майкельсон А. Световые волны и их применения: Пер. с англ. / Под ред. О. Д. Хвольсона. М. –Л.: Гостехиздат, 1934, стр. 144.

57. Майкельсон А., Морли Э. Об относительном движении Земли и светоносного эфира. Статья из книги: Голин Г.М., Филонович С.Р. Классики физической науки. М.: Высшая школа, 1989, стр. 514.

58. Вавилов С. И. Экспериментальные основания теории относительности. Собрание сочинений, том IV, М.: АН СССР, 1956, стр. 31–33.

59. Майкельсон А. А., Пис Ф. Г., Пирсон Ф. Повторение эксперимента Майкельсона–Морли. В сб. статей «Эфирный ветер» под ред. д.т.н. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 177–178.

60. Д. К. Миллер. Эфирный ветер. Доклад, прочитанный в Вашингтонской академии наук (1925). Д. К. Миллер. Значение экспериментов по обнаружению эфирного ветра в 1925 г. на горе Маунт-Вилсон (речь президента американского физического общества, прочитанная в Канзас-Сити 29 декабря 1925 г.) В сб. статей «Эфирный ветер» под ред. д. т. н. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 83–95.

61. Эйнштейн А. Письмо к Э. Слоссону (Edwin E. Slosson) от 8 июля 1925 г. Из копии в архиве Еврейского университета в Иерусалиме.

62. Саункевич И. С. Экспериментальные корни специальной теории относительности. 2-е изд. М.: УРСС, 2003, стр. 128–130.

63. *Veltmann W.* Cher die Fortpflanzung des Lichtes in bewegten Medien. Ann. Physik, 1873, 150, S. 497–535.

64. *Potier A.* Consequences de la formule de Fresnel relative a l'entraine.nent de l'ether par les milieux transparents. – J. Phys., 1874, 3, p. 201–204.

65. *Lorentz H. A.* De l'influence du ouvement de la Terre sur les phenomenes lumineux. – Arch. Neere, 1887, 21, p. 103–176.

66. Френель О. Письмо к Ф. Араго относительно влияния движения Земли на некоторые оптические явления, 1818. В кн.: Френель О. Избранные труды по оптике. М.: ГТТИ, 1955, стр. 516–526.

67. *Lorentz H. A.* The relative motion of the Earth and the

Ethe r. Versl K. Akad. W. Amsterdam, 1892, 1, p. 74; Coll. Papers, v. 4. Hague, 1935, p. 219–223.

68. *Кузнецов Б. Г.* Эйнштейн. Жизнь. Смерть. Бессмертие. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1980, стр. 156.

69. *Тяпкин, А. А. Шибанов, А. С.* Пуанкаре. Жизнь замечательных людей (ЖЗЛ). 1982, стр. 371.

70. *Планк М.* Отношение новейшей физики к механистическому мировоззрению. В сб. статей «Единство физической картины мира», изд. «Наука», Москва, 1966 г.

71. «Comptes Rendus», 1919. Т. 168, 837).

72. *Морли Э. В., Миллер Д. К.* Отчет об эксперименте по обнаружению эффекта Физджеральда–Лоренца. В сб. статей «Эфирный ветер» под ред. д.т.н. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 35–42.

73. *Миллер Д. К.* Эксперимент по эфирному ветру и определение абсолютного движения Земли. Там же, стр. 185–259.

74. См. дискуссию на конференции, состоявшейся в обсерватории Маунт-Вилсон, г. Пасадена, Калифорния, 4 и 5 февраля 1927 г. В сб. статей «Эфирный ветер», под ред. д. т. н. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 155–220.

75. *Д. К. Миллер.* Значение экспериментов по обнаружению эфирного ветра в 1925 г. на горе Маунт-Вилсон. В сб. статей «Эфирный ветер», 2-е издание. Под ред. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 2011, стр. 188.

76. Там же, стр. 255.

77. Там же, стр. 184.

78. См. дискуссию на конференции, которая проходила в обсерватории Маунт-Вилсон, г. Пасадена, Калифорния, 4 и 5 февраля 1927г. В сб. статей «Эфирный ветер», под ред. д.т.н. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 191–196.

79. *Миллер Д. К.* Эксперимент по эфирному ветру и определение абсолютного движения Земли, В сб. статей «Эфирный ветер», под ред. д.т.н. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 236.

80. *Майкельсон А. А., Пис Ф. Г., Пирсон Ф.* Повторение эксперимента Майкельсона–Морли. В сб. статей «Эфирный ветер», под ред. д.т.н. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 177–178.

81. Пис Ф. Г. Данные о движении эфира. В сб. статей «Эфирный ветер», под ред. д.т.н. В. А. Ацюковского. М.: Энергоатомиздат, 1993, стр. 179–185.

82. Miller. Ether-drift Experiments at Mount Wilson Observatory. Phys. Rev. 19,407 (1922) Science 55, 496 (1922).

83. Холтон Д. Эйнштейн, Майкельсон и «решающий» эксперимент. В кн.: Эйнштейновский сборник, 1972. М.: Наука, 1974, стр. 104–211.

84. Hicks W. M. The Fitzgerald — Lorentz effect.— Nature, 1902, 65, N 1685, p. 343.

85. Маринов С. Экспериментальные нарушения принципа относительности, эквивалентности и сохранения энергии. Физическая мысль России, 1995. N 1, стр. 52–77.

86. Маринов С. Экспериментальные нарушения принципов относительности, эквивалентности и сохранения энергии. Физическая мысль России, 1995. N 2, стр. 52–77.

87. Torr D. and Kolen P. Found. Phys, 12, 265 (1982).

88. Torr D.G., Kolen P. An experiment to mesure relative variations in the one-way velocity of light / US Dep. Commer. Nat. Bur. Stand. Spec. Publ. 1984. N 617.

89. Вавилов С. И. //Собр. Соч. – М.: АН СССР, 1956. Т.4, стр. 9.

90. Harres. F. Die Geschwindigkeit des Lichtes in bewegten Körpern. Dissertation, Jena, 1912. Пер. с нем. в кн. У.И. Франкфурт, А.М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 69.

91. Sagnac. G. L'etherlumineuxdemonstre parl'effet du ventrelatived'etherdans un interferjmetre en rotation uniforme. C. R., 1913, 157, p. 708-710. Пер. с франц. в кн. У. И. Франкфурт, А. М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 71.

92. Малыкин Г. Б. Эффект Саньяка во вращающейся системе отсчета. Релятивистский парадокс Зенона (Письма в редакцию) УФН, выпуск 8, 2002.

93. Высоцкий В. И., Воронцов В. И., Кузьмин Р. Н., Безирганян П. А., Ростомян А. Г. // УФН. – 1994. – Т.164. – №3. – стр. 309–324.

94. Малыкин Г. Б. // УФН. – 1997. – Т.167. – №3. – стр. 337-342.

95. Бычков С. И., Бакаляр А. И. Лазерный гироскоп. М.: Сов. радио, 1975.

96. Транковский С. Нобелевские премии 2006 года. Как увидеть раннюю Вселенную. Наука и жизнь, № 11, 2006.

97. *Скулачев Д.* Из предыстории (эксперимент «Реликт»). Наука и жизнь, № 11, 2006.

98. *Струков И., Скулачев Д.* Эксперимент «Реликт»: первые результаты. М.: Наука и жизнь, 1985, N 4, стр. 152.

99. bicepkeck.org/b2_respap_arxiv_v1.pdf

100. *Bryan G. Wallace.* Radar evidence that the velocity of light in space is not C. Spectroscopy Letters, 4, p. 79 (1971).

101. *Ефимов А. А., Шпитальная А. А.* Об анизотропии вспышечной и пятнообразовательной деятельности Солнца в инерциальном пространстве. / «Физические аспекты современной астрономии». Л.: ЛГУ, 1985, стр. 147–154.

102. *Эйнштейн А.* Собрание трудов. М. 1965. Т.1, стр. 682–689.

103. Principe de relativiteetses consequences dans la physique modern. Arch. sci. phys. Natur., ser. 4, 1910, 29, 5–2, 125–144.

104. *Эйнштейн А.* Принцип относительности и его следствия в современной физике. Собр. науч. трудов в 4-х томах. – М.: Наука, 1965. Т.1, стр. 138–164.

105. *Эйнштейн А.* Эфир и теория относительности. Собр. науч. трудов в 4-х томах. – М.: Наука, 1965. Т. 1, стр. 682–689.

106. *Эйнштейн А.* Об эфире. Собр. науч. трудов в 4-х томах. – М.: Наука, 1966. Т. 2, стр. 154–160.

107. *Эйнштейн А.* Эфир и теория относительности. Собр. науч. трудов в 4-х томах. – М.: Наука, 1965. Т. 1, стр. 682–689.

108. *Франкфурт У. И.* Специальная и общая теория относительности. Исторический очерк. – М.: Наука, 1968, стр. 331.

109. *Максвелл Дж. К.* О фарадеевых силовых линиях. Избр. соч. по теории электромагнитного поля. М. Гостехиздат, 1952, стр. 11–104.

110. *Максвелл Дж. К.* Статьи и речи. – М.: Наука, 1968.

111. *Максвелл Дж. К.* О Фарадеевых силовых линиях. В кн. Максвелл Дж. К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М. ГИТТЛ, 1952, стр. 157–159.

112. *Фарадей М.* Экспериментальные исследования по электричеству. Т.1 – М.; Л.: Изд. АН СССР, 1947, стр.133.

113. *Максвелл Дж. К.* О Фарадеевых силовых линиях. В кн. Максвелл Дж. К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М. ГИТТЛ, 1952, стр. 129–159.

114. Маркчев Н. Т. Сравнение различных форм системы уравнений Максвелла // Максвелл и развитие физики XIX-XX веков. М.: Наука, 1985, стр. 93.

115. *Einstein A.* Zur Elektrodynamik der bewegter Körper. Annalen der Physik, Band 17, 1905, 891–921.

116. http://www.quran-m.com/firas/rusi/?page=show_det&id=405

117. *Warren S., Mortlock D., Venemans B., Simpson C., Hewett P., McMahon R.* Photometry of the $z=7.08$ quasar ULAS J1120+0641 (англ.) // Spitzer Proposals. – 2011, май. – № 80114. К. I. Kellermann The Discovery of Quasars (англ.) // Bulletin of the Astronomical Society of India. – 2013. – arXiv:1304.3627.

118. Михельсон В. А. К вопросу о правильном применении принципа Доплера. ЖРФХО, ч. физ., 1899, 31, стр. 119–125.

119. Глушко. Вл. Вл. А был ли «Большой взрыв вселенной». Газета «Наука Казахстана», №8 от 16–30 апреля 1995 г. и №9 от 1–15 мая 1995 г.

120. Глушко В. П. и др. Несостоятельность специальной теории относительности Эйнштейна. Известия НАН РК, серия физико-математическая 2 (252), Алматы, 2. 2007.

121. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М.: Наука. 1965. Т.1. стр.689.

122. Мигдал А. Наука и жизнь № 1, 1982 г. Отличима ли истина от лжи?

123. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965. Т.1, стр. 166–167.

124. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965. Т.1, стр. 189.

125. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965. Т.1, стр. 275.

126. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965. Т.1, стр. 327.

127. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965. Т.1, стр. 456–457.

128. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965. Т.1, стр. 388.

129. Визгин В.П. Развитие взаимосвязи принципов инвариантности с законами сохранения в классической физике. М., Наука, 1972, стр. 158.

130. *Witteborn F. Fairbank W.* Phys. Rev. Lett. 19,1049. 1967.
131. *Брагинский В.Б., Манукин А.Б.* Измерение малых сил в физических экспериментах. Изд. Наука, М. 1974
132. *Everitt F., Fairbank W.* Proc. of the Conference on Experimental Tests of Gravitational Theories, Caltech, 1971.
133. *Ginzburg V.L.* AstronauticaActa 12, № 2, 136, 1966.
134. *Diecke R.H.* The Eotvos Experiment, Scientific American 205 (6), 84 (1961).

Владимир Глушко, Даурен Муса

МИРАЖИ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Компьютерная верстка: Рогунков А.

Подписано в печать 18.12.2015
Формат 60х84 1/16. Объем 27,4 усл. п.л
Бумага 70 гр. Тираж 200 экз. Заказ № 98

Отпечатано в типографии
ТОО “Нур-Принт”
Тел: 8(727) 308-25-46, 8(727) 298-64-02
e-mail: nur-print@mail.ru www.nur-print.kz

Настоящая работа содержит ретроспективный анализ особенностей развития современной физической науки и используемых ею методов поиска нового знания о природе с целью нахождения путей выхода из сложившегося кризисного состояния, в котором находится физика. Дан анализ релятивистских теорий с позиции физических моделей природных явлений, а также предложен ряд экспериментов, доказывающих их несостоятельность. Представлены конкретные технические решения выхода из современного кризиса земной цивилизации.